sensicam
sensicam qe
sensicam em

Bedienungsanleitung



Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor Inbetriebnahme Ihrer Kamera die folgenden Hinweise zu Ihrer eigenen Sicherheit sowie zur Betriebssicherheit des Gerätes gründlich durch.

- Betreiben Sie die Kamera niemals an Standorten, an denen die Gefahr besteht, daß Wasser und feiner Staub eindringen könnte. Sie gefährden damit Ihre Sicherheit und die des Gerätes.

- Die Standfläche für das Gerät sollte ausreichend stabil sein, weil durch Erschütterungen, wie etwa bei Herabfallen das Gerät schwer beschädigt werden könnte. Verwenden Sie daher zum Befestigen der Kamera ausschließlich den dafür vorgesehenen Sockel an der Kameraunterseite.

- Die Kamera ist für X-Ray Anwendungen nicht geeignet und kann dadurch beschädigt werden. Eine Gewährleistung besteht hierfür nicht!

- Bei Anwendungen mit Laserlicht ist darauf zu achten, dass der CCD Sensor nicht mit zu hoher Laserenergie thermisch oder physikalisch zerstört wird. Es besteht die Gefahr durch zu hohe Laserenergie sowohl einzelne Pixel als auch das Ausleseregister und damit den kompletten CCD zu zerstören. Eine Gewährleistung bei derartiger Fehlbedienung besteht nicht!

- Trennen Sie die Kamera vor einer Reinigung stets zuerst vom Netz. Verwenden Sie keine Flüssigreiniger oder Reinigungssprays, sondern ausschließlich ein weiches, trockenes Tuch.

- Versuchen Sie niemals, Gegenstände durch die Öffnungen am Gerät einzuführen, da durch die Spannung, die im Inneren der Kamera anliegt, Kurzschlüsse oder Stromschläge verursacht werden könnten.

- Die Öffnungsschlitze am Kameragehäuse (Unterseite und Rückseite) dienen der Ventilation. Diese Ventilationsschlitze müssen unbedingt freigehalten werden, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten und einer Überhitzung der Kamera vorzubeugen.

- Achten Sie darauf, daß das Netzkabel nicht defekt oder beschädigt ist. Achten Sie außerdem darauf, daß die Kabelverbindung zur Kamera und zum Kameranetzteil keine Behinderung darstellt (Stolpergefahr!).

- In folgenden Fällen sollten Sie die Kamera vom Netz trennen und sich mit dem Kundenservice in Verbindung setzen:

  – Wenn Netzkabel oder Stecker abgenutzt oder beschädigt sind.
  – Wenn Wasser oder andere Flüssigkeiten in das Gerät gelangt sind.
  – Wenn das Gerät trotz Befolgen der Bedienungsanleitung nicht ordnungsgemäß funktioniert.
  – Wenn die Kamera heruntergefallen oder das Gehäuse beschädigt worden ist.
  – Wenn das Gerät auffällige Abweichungen vom Normalbetrieb zeigt.

Inhaltsverzeichnis

1. Installation und Inbetriebnahme

2. Funktionsprinzip

3. Timing

4. Triggersteuerung

5. Software

6. Kühloptionen

7. Wartung, Pflege- und Reinigungshinweise

8. Anhang

Bedienungsanleitung sensicam, sensicam qe, sensicam em
Version 11/2004

1. Installation und Inbetriebnahme

Das Kamerasystem sensicam besteht aus Kamerakopf, PCI-Board und Netzteil. Um das System ordnungsgemäß zu betreiben, befolgen Sie bitte die nachfolgenden Hinweise.

1.1 Rechner

Systemvoraussetzungen

Das PCI-Board sollte in einen Rechner eingebaut werden, der folgende Anforderungen erfüllt (Mindestanforderung):

- PCI-Bus mit PCI-Chip Version 2.1 oder höher
- Intel Prozessor, Pentium oder AMD
- 128 MB RAM
- Mögliche Betriebssysteme
    - Microsoft Windows 95 Version 4.00.950b oder höher
    - Microsoft Windows 98 oder 98SE
    - Windows ME
    - Microsoft Windows NT 4.0 Workstation
    - Microsoft Windows 2000 Workstation
    - Microsoft Windows XP
    - Linux Kernel 2.2, vorzugsweise SuSE 6.3 oder neuer

Sollten Sie in einer Linux-Umgebung arbeiten, bitten wir Sie, sich mit PCO in Verbindung zu setzen.

Graphikkarte

Für eine optimale Darstellung der Bilder auf dem Monitor empfehlen wir die Verwendung hochwertiger Grafikkarten mit mindestens 4MB Arbeitsspeicher, vorzugsweise mit AGP-Bus Architektur.

Graphikeinstellungen

Die Kamera erzeugt 12 Bit Bilder (4096 Graustufen). Die Darstellung der schwarz/weiß Bilder auf dem Monitor erfolgt immer mit 8 Bit (256 Grausstufen), die Farbdarstellung bei Farbkameras mit 3x8 Bit (16,7 Millionen Farben).

Es stehen in der Regel mehrere Graphikeinstellungen zur Verfügung. Wir empfehlen die Einstellung von 24 bzw. 32 Bit mit 16,7 Millionen Farben.

(Da im 256 Farb-Modus 20 Farben von Windows intern verwendet werden, ist bei dieser Betriebsart nur eine Darstellung von maximal 236 Graustufen möglich. Deshalb werden für die schwarz/weiß Darstellung nur 7 Bit (128 Graustufen) verwendet.
Manche Grafikkarten benützen jedoch im 256 Farbmodus generell nur 6 Bit, d.h. es können nur 64 Graustufen auf dem Monitor dargestellt werden.)

Einbau des PCI-Boards in den PC

Achtung! Achten Sie beim Berühren des PCI-Boards grundsätzlich darauf, dass Sie **statisch entladen** sind. Eine statische Aufladung kann zu einer Zerstörung der empfindlichen Elektronik auf dem Board führen. In diesem Fall kann kein Gewährleistungsanspruch geltend gemacht werden!

PCI-Board Stecken Sie das PCI-Board in einen freien PCI-Slot Ihres PCs. Befestigen Sie den Haltebügel am PC Gehäuse mit der dafür vorgesehenen Schraube.
Achten Sie darauf, dass die Karte keine leitenden Teile (z.B. Gehäuse, andere Steckkarten, Lüfter, etc.) berührt.
Der verwendete PCI-Slot muss **masterfähig** sein. Bei manchen Rechnern ist zusätzlich notwendig, den PCI-Slot und die Masterfähigkeit im BIOS zu ‘enablen’!

1.2 Installation des Hardwaretreibers

Sie können die Kamera unter Windows9x/ME/2000/NT oder Linux betreiben.

Installation unter Windows 9x/ME/2000/XP

Neuinstallation des Hardwaretreibers

Wenn Sie Windows9x/ME/XP oder Windows 2000 installiert haben, sollte der Rechner beim Einschalten die neue Hardwarekomponente (PCI-Board) automatisch erkennen und Sie auffordern, die entsprechende CD einzulegen.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt, die sich auf der CD befindet.

Update des Hardwaretreibers

Zum Aktualisieren eines bestehenden Treibers, laden Sie bitte den neuesten Treiber vom Internet unter http://www.pco.de.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt, die Sie automatisch mit den Treiberdateien herunter laden.
Die Treiber können u.U. komprimiert sein. In diesem Fall müssen die komprimierten Dateien mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm) dekomprimiert werden.

Installation unter Windows NT

Installation des Hardwaretreibers

Wenn Sie die Kamera unter Windows NT installieren, müssen Sie als Benutzer Administrationsrechte haben. Melden Sie sich dazu als Administrator an.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt auf der CD bzw. nach Herunterladen des Treibers aus dem Internet.

Installation unter Linux

Der Linuxtreiber befindet sich auf der beigefügten CD oder kann vom Internet unter http://www.pco.de herunter geladen werden.
Die Treiber können u.U. komprimiert sein. In diesem Fall müssen die komprimierten Dateien mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm, TAR Programm) dekomprimiert werden.
Lesen Sie bitte die readme-Datei für weitere Instruktionen zur Installation.

1.3 Installation der Software „CamWare“

CamWare ist eine 32 Bit Windows Applikation. Es können mit CamWare alle Kameraparameter eingestellt werden. Die Bilder werden am Monitor dargestellt und können z.B. auf der Festplatte abgespeichert werden. Detaillierte Informationen zur CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare’.

CamWare befindet sich auf der beigefügten CD. Sollten Sie diese CD nicht greifbar haben, kann die aktuelle Version vom Internet unter http://www.pco.de kostenlos herunter geladen werden.

Installation von CD

Sollte die CD nach dem Einlegen keinen automatischen Start durchführen, starten sie manuell die Datei **starter.exe** durch doppelklicken.
Wählen Sie nun die verwendete Kamera und die Software CamWare.

Installation vom Internet

Laden Sie CamWare vom Internet in ein gewähltes Verzeichnis. Die herunter geladene Datei muss mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm) dekomprimiert werden. Anschließend starten Sie die Installation mit setup.exe.

Aktuelle Informationen zur Installation von CamWare finden Sie in der Datei readme.txt!

Zur Installation von CamWare unter Windows 2000, Windows NT oder Windows XP müssen Sie Administratorsrechte haben.

Hinweis

Starten Sie auch nach der Installation von CamWare den Rechner neu!

Das Installationsprogramm überträgt alle notwendigen DLL und OLE Files in die entsprechenden Windows Verzeichnisse. Dabei wird automatisch geprüft, ob ältere Versionen vorhanden sind, die dann gegebenenfalls durch die Neuen ersetzt werden. Vom Windows werden alle "registry"-Eintragungen vorgenommen.
Wenn zu einem späteren Zeitpunkt das Programm vom Rechner gelöscht werden soll, kann in
START - EINSTELLUNGEN - SYSTEMSTEUERUNGEN - SOFTWARE
eine De-Installation veranlaßt werden.

Nach erfolgreicher Installation befindet sich die Programmgruppe ‘Digital Camera Toolbox’ im Programmverzeichnis. Von dort aus können Sie CamWare starten. Es werden in die gleiche Programmgruppe noch weitere nützliche Tools installiert.

Hotline

Sollten bei der Installation Probleme auftreten, helfen wir Ihnen gerne weiter unter Telefon 09441/2005-0, Fax 09441/2005-20 oder Email support@pco.de.

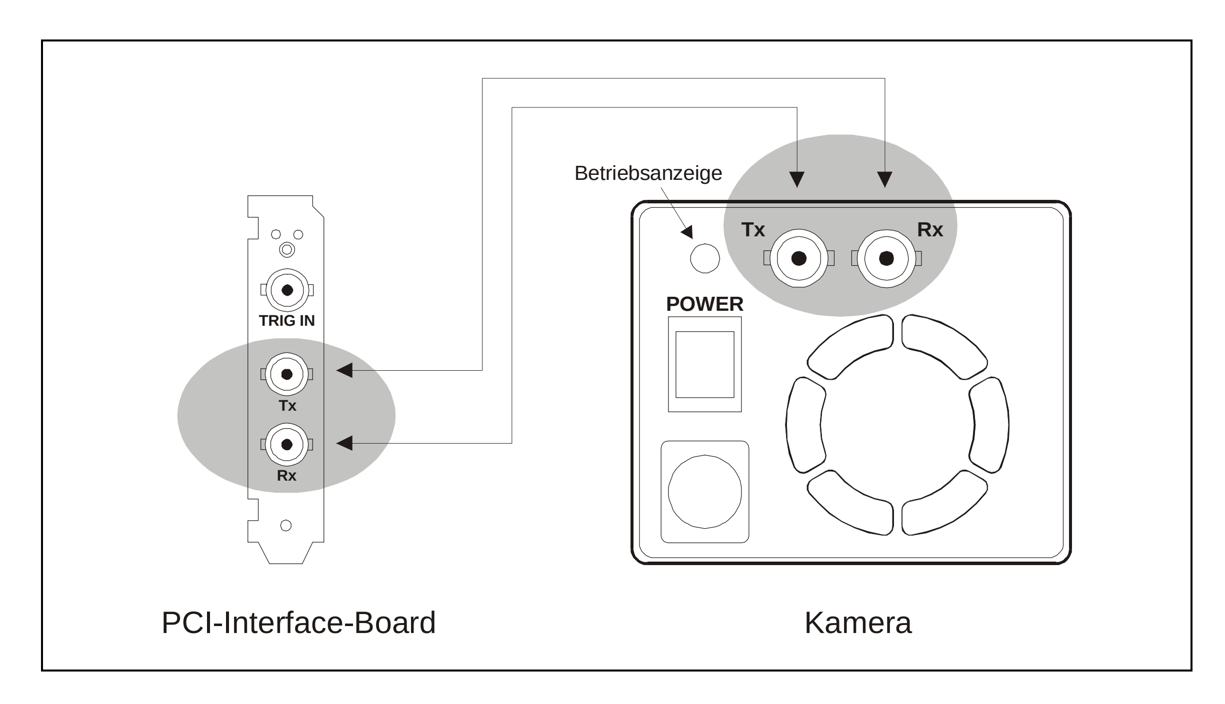
1.4 Kamera und PCI-Board

Stellen Sie vor Inbetriebnahme
- die **Stromversorgung** vom Netzteil zur Kamera und
- den **seriellen Anschluß** zwischen Kamera und PCI-Board mit den mitgelieferten Kabeln her.

Der serielle Anschluß erfolgt, je nach Ausstattung der Kamera, durch eine Doppel-Koaxleitung oder durch einen Lichtwellenleiter.
Sollte Ihre Kamera mit einem Lichtwellenleiteranschluß (Fiber Optic Link = FOL) ausgestattet sein, so lesen Sie auf der nächsten Seite weiter.

Doppel-Koaxleitung

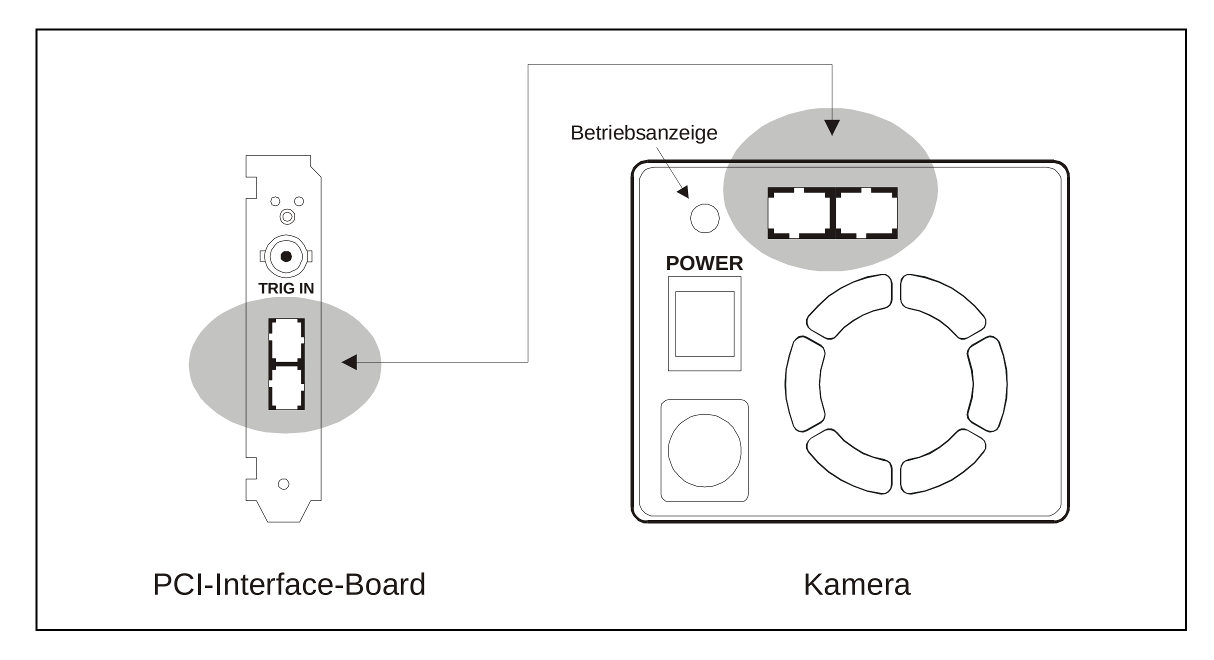
Schließen Sie das mitgelieferte Doppel-Koaxkabel an die beiden BNC-Buchsen auf der Kamerarückseite und am PCI-Board.
Achten Sie darauf, daß die **Leitungen gekreuzt** werden müssen, also **Tx auf Rx** und **Rx auf Tx** angeschlossen wird. Bei falsch angeschlossenen Kabeln leuchtet die Betriebsanzeige mit rotem Dauerlicht (siehe auch Kapitel 1.5).



Sollten die im Zubehör mitgelieferten Kabel nicht verwendet werden, ist darauf zu achten, daß 50Ω-Kabel eingesetzt werden, damit der elektrische Abschluß korrekt ist. Die maximale Kabellänge beträgt ca. 10m.

Lichtwellenleiter FOL

Entfernen Sie die Schutzkappen an der Kamera und am PCI-Board. Nehmen Sie die kleinen Schutzkappen von den beiden Steckern des Lichtwellenleiterkabels vorsichtig ab und **heben Sie diese Kappen gut auf**! Stellen Sie nun die Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board her. Eine Vertauschung der beiden Leitungen ist durch die Bauart der Stecker ausgeschlossen.
Die Stecker müssen leicht in die Buchse einrasten. Achten Sie auf die Einkerbungen am Stecker bzw. Stege an der Buchse. Wenden Sie keine Gewalt an!



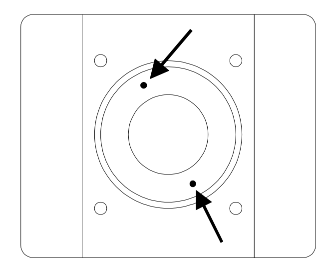
Achtung!

Achten Sie stets darauf, daß das Lichtwellenleiterkabel nicht geknickt oder über Kanten belastet wird (z.B. durch Betreten).
Der maximale Biegeradius beträgt 100mm!
Weiterhin empfehlen wir, nach Abstecken der Stecker **sofort wieder die Schutzkappen anzubringen**, um die empfindlichen Lichtleiter vor Staub zu schützen.

Objektivanschluß

Die sensicam hat einen genormten **C-Mount Anschluß**. Das Auflagemaß (Distanz zwischen Objektivanschlag und CCD-Sensor) beträgt 17,52mm.
Es können handelsübliche C-Mount Objektive oder C-Mount Adapter verwendet werden. Die **maximale Einschraubtiefe** beträgt 9,5mm. Sollte diese Einschraubtiefe überschritten werden (Gefahr bei Mikroskopen und Spezialobjektiven), kann das Glasfenster der Kamera brechen (kein Gewährleistungsfall!).
Der VGA Sensor hat 1/2“ Format, der SVGA Sensor 2/3“. Wir empfehlen für alle sensicam Modelle 2/3“ oder 1“ Objektive. Für die hochauflösenden Sensoren (1280x1024 Pixel) sollten nur qualitativ hochwertige Objektive verwendet werden, da die Sensoren eine sehr hohe Auflösung haben.
Bei Kameras mit Farbsensor kann optional ein BG39-Filter am C-Mount Ring eingebaut sein. In diesem Fall ist darauf zu achten, daß die maximale Einschraubtiefe anstelle der 9,5mm nur noch 6mm beträgt.

Auflagemaß verändern



Um gegebenenfalls das Auflagemaß zu verändern, ist im Lieferumfang ein kleiner Inbusschlüssel enthalten. Eine Veränderung kann zum Beispiel notwendig sein, wenn die Kamera nicht mehr auf Unendlich scharf gestellt werden kann.
Lockern Sie dazu die beiden Inbusschrauben (siehe Abbildung links) am Stahleinsatz und justieren Sie den gerändelten Einsatz (M50 x 0,5 Gewinde) auf das gewünschtes Auflagemaß. Wenn Sie auf Unendlich einstellen wollen, muss das Objektiv auf Unendlich eingestellt sein und der Stahleinsatz solange verändert werden, bis Sie ein scharfes Bild erhalten.
Nach der Justage müssen die beiden Inbusschrauben wieder fest angezogen werden.

Filter einsetzen

Es kann vom Anwender ein Filterglas eigener Wahl (z. B. BG39 Filter bei Farbkameras) vor den CCD Sensor gesetzt werden. Dazu müssen mit dem Inbusschlüssel die beiden Schrauben am Stahleinsatz gelöst und der Einsatz **komplett heraus geschraubt** werden. Auf der Rückseite des Stahleinsatzes befindet sich eine eingefräste Vertiefung, in die der Filter eingelegt bzw. eingeklebt werden kann. Das Filterglas muß einen Durchmesser von 25mm haben. Die Stärke darf maximal 2 mm sein.
Nach Montage des Filters ist der Stahleinsatz wieder einzuschrauben. Dabei ist zu beachten, daß das notwendige Auflagemaß wieder hergestellt werden muß, um scharf abbilden zu können. Vergessen Sie nicht, die beiden Inbusschrauben wieder fest anzuziehen.

1.5 Inbetriebnahme

Überprüfen Sie, ob folgende Verbindungen hergestellt wurden:

- PCI-Board im Rechner fest eingebaut
- Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board durch Doppelkoaxleitung bzw. Lichtwellenleiter
- Stromversorgung vom Netzgerät
- Objektiv montiert

Rechner einschalten

Schalten Sie den Rechner ein. CamWare sollte noch nicht gestartet werden.

Kamera einschalten

Betriebsanzeige

Schalten Sie die Kamera an der Kamerarückseite ein (POWER) und beobachten Sie die Betriebsanzeige (LED).
Bei korrektem Anschluß blinkt die Leuchtdiode für ca. 2-3 Minuten **rot-grün**. Während dieser Zeit wird das System auf ca. -11 ... -15°C gekühlt (abhängig vom Sensortyp).
Anschließend wechselt die Leuchtdiode auf **grün-dauer**. Jetzt ist die notwendige Betriebstemperatur erreicht und es können Messungen durchgeführt werden.
Sollte die Leuchtdiode **rot-dauer** leuchten, ist ein Hardwarefehler aufgetreten.
Entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle mögliche Ursachen für einen Hardwarefehler.

Zusammenfassung der möglichen Zustände der Betriebsanzeige (LED)

Farbe der LED	Zustand
rot dauer	**Hardware Fehler!** Mögliche Ursachen: • Die Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board ist vertauscht oder unterbrochen. Bei Versionen mit Koaxkabel ist ein Vertauschen der Leitungen die häufigste Ursache (Tx auf Rx und Rx auf Tx anschließen). • Defektes Kabel • Rechner ist ausgeschaltet • Die Temperatur des CCD-Sensors ist größer 65°C (automatische Sicherheitsabschaltung)
rot / grün blinkend	System betriebsbereit, jedoch ist die optimale Funktion des CCDs noch nicht gegeben, da die Kamera ihre Betriebstemperatur (-11 ... -15°C) noch nicht erreicht hat. Nach ein paar Minuten wechselt die LED in den Dauerzustand grün. Sollte dieser blinkende Zustand dauerhaft bleiben, so liegt ein Problem mit der Kühlung vor. Wenden Sie sich in diesem Fall an den PCO Support.
grün dauer	**System vollständig betriebsbereit!**

CamWare starten

Starten Sie das Programm „CamWare" im Verzeichnis *Programme – Digital Camera ToolBox.*

Informationen zu CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare'.

2. Funktionsprinzip

Die im Kamerakopf aufgenommenen Bilder werden durch eine serielle HighSpeed Datenübertragung zum PCI-Board im Computer übertragen. Die Daten stehen für den Anwender im Arbeitsspeicher des Rechners zur weiteren Verwendung zur Verfügung.
Mit der im Lieferumfang enthaltenen Software „CamWare“ kann die Kamera von der Windows Oberfläche aus gesteuert und die aufgenommenen Bilder können am Monitor dargestellt werden.
Mit der Recorder-Funktion lassen sich Bildsequenzen aufnehmen und als „Film“ wiedergeben.
Der maximale Speicherplatz für die aufgenommenen Bilder ist ausschließlich von der Größe des Arbeitsspeichers des Rechners (RAM) abhängig.

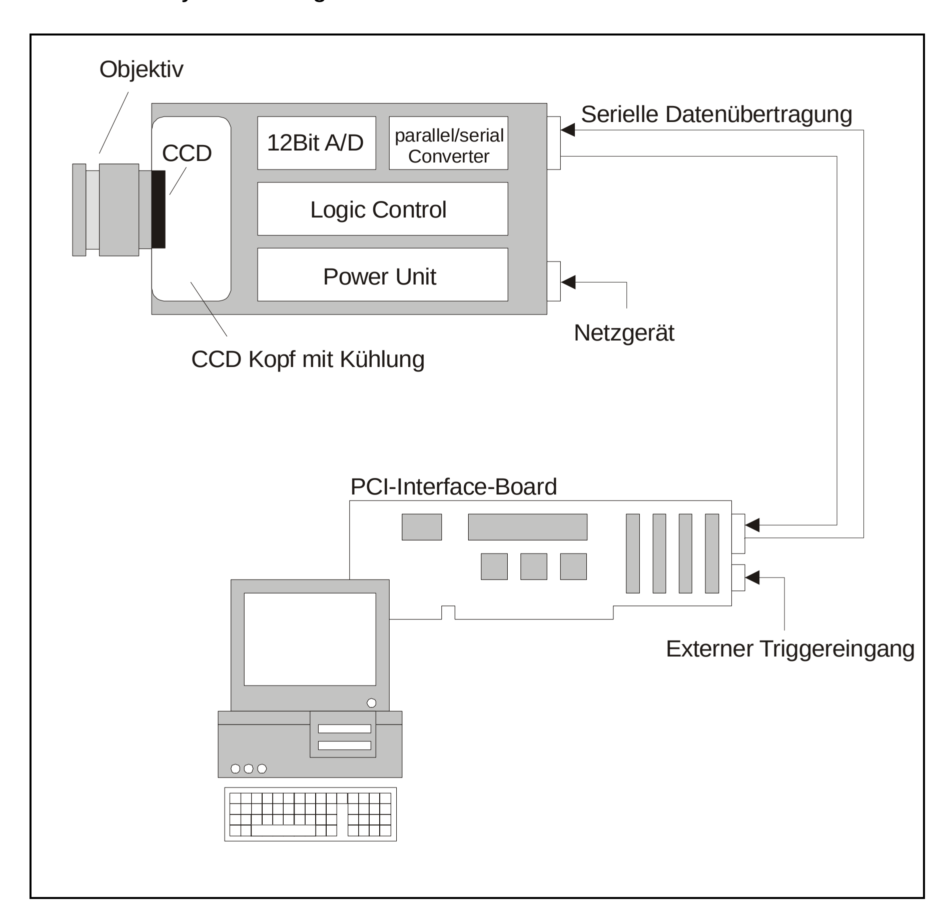
Bei Aufruf des Programms CamWare wird der Kameratyp automatisch erkannt.

Informationen zu CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare'.

2.1 Blockschaltbild und interner Datenfluß

Blockschaltbild

Im nachfolgenden Blockschaltbild ist die Struktur des Gesamtsystems dargestellt.



Interner Datenfluß bei schwarz/weiß Kameras

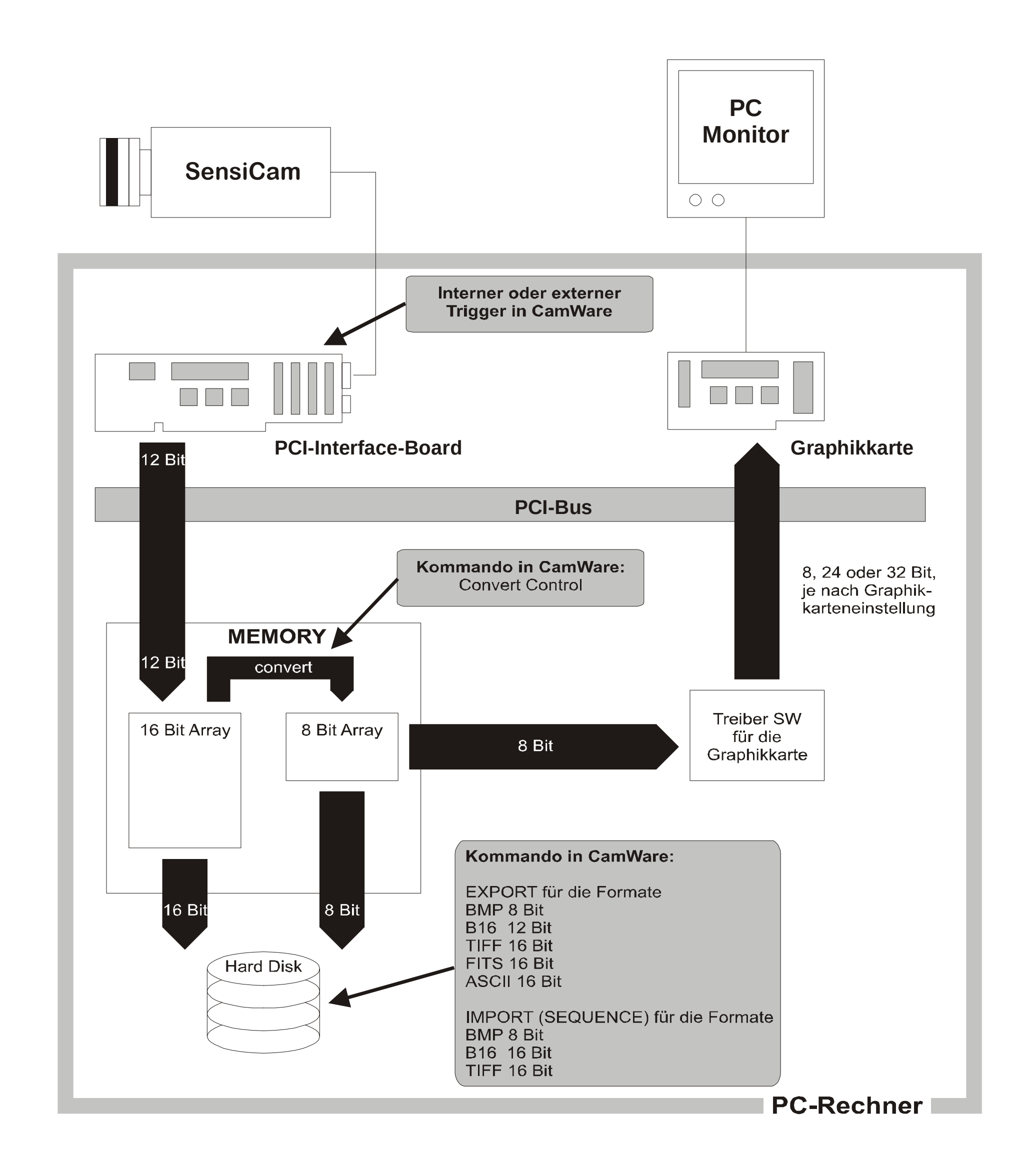
Das PCI-Board holt sich die 12 Bit Daten von der sensicam und sendet sie über den PCI-Bus in ein 16 Bit Array (PC Memory). Dabei werden die oberen 4 Bit zu Null gesetzt. Die 16 Bit Daten werden automatisch in ein 8 Bit Array konvertiert, wo sie für die Grafikkarte zur Verfügung stehen. Je nach Grafikkartentreiber erfolgt die Darstellung am Monitor dann mit 8, 24 oder 32 Bit.

Speicherformate

Die 16 Bit bzw. 8 Bit Daten können mit dem Export-Befehl auf der Harddisk im B16, TIFF, FITS, BMP oder ASCII-Format gespeichert werden. Detaillierte Infos finden Sie im Kapitel „Speicherformate".

Darstellung

Die Kamera, die 12 Bit Bilder aufnimmt, löst zwischen Schwarz und Weiß mit 4096 (2E12) Graustufen auf, die Monitordarstellung des Bildes ist jedoch auf 8 Bit und damit 256 (2E8) Graustufen begrenzt. Der Anwender kann durch die Funktion ‚Convert Control' den Bereich aus den aufgenommenen 12 Bit auswählen, der mit 8 Bit dargestellt werden soll.



Interner Datenfluß bei Farbkameras

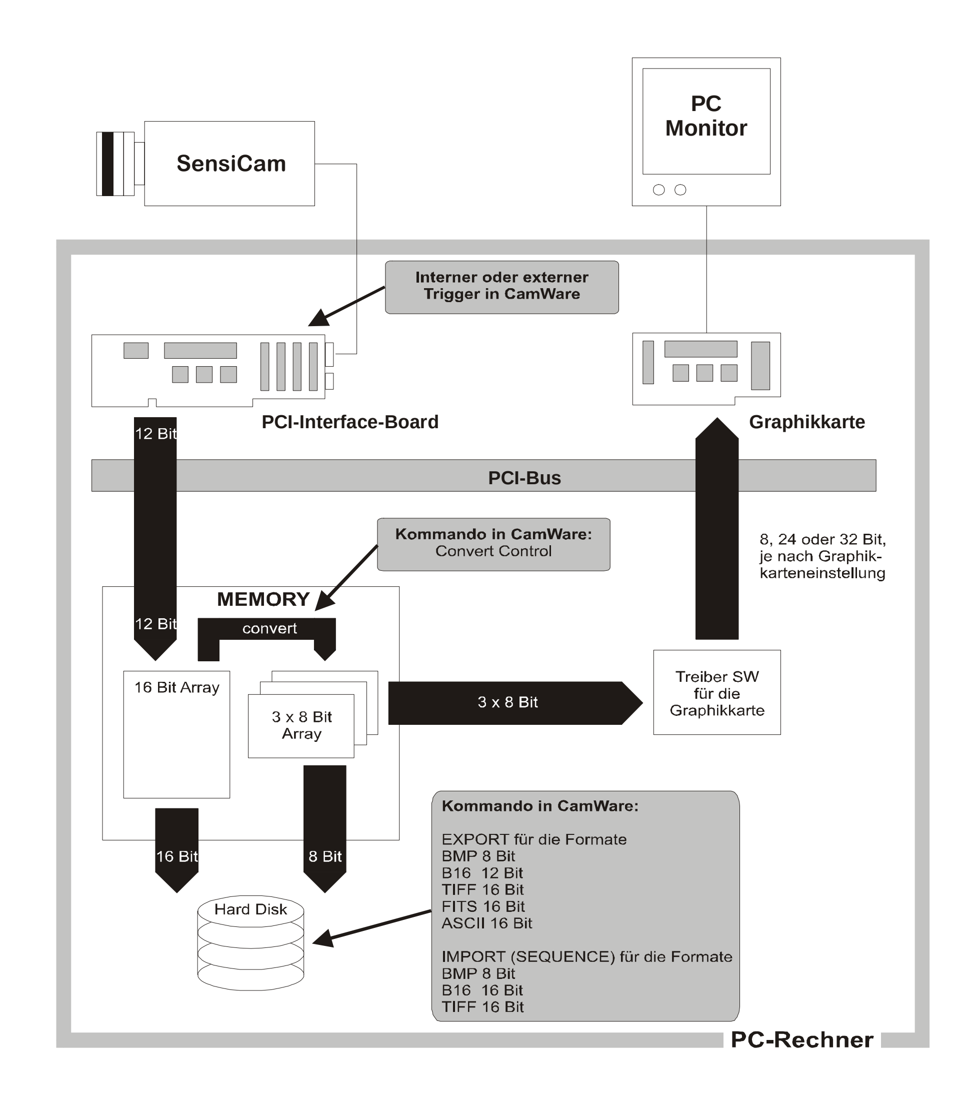
Das PCI-Board holt sich die 12 Bit Daten von der sensicam und sendet sie über den PCI-Bus in ein 16 Bit Array (PC Memory). Dabei werden die oberen 4 Bit zu Null gesetzt. Die 16 Bit Daten werden automatisch in ein 3 x 8 Bit Array konvertiert, wo sie für die Grafikkarte zur Verfügung stehen. Die Darstellung am Monitor wird mit 32 Bit empfohlen.

Speicherformate

Die 16 Bit bzw. 8 Bit Daten können mit dem Export-Befehl auf der Harddisk im B16, TIFF, FITS, BMP oder ASCII-Format gespeichert werden. Detaillierte Infos finden Sie im Kapitel „Speicherformate".

Darstellung

Die Kamera, die 12 Bit Bilder aufnimmt, löst zwischen Schwarz und Weiß mit 4096 (2E12) Graustufen auf, die Monitordarstellung des Bildes ist jedoch auf 8 Bit und damit 256 (2E8) Graustufen begrenzt. Der Anwender kann durch die Funktion ‚Convert Control' den Bereich aus den aufgenommenen 12 Bit auswählen, der mit 3x8 Bit dargestellt werden soll.



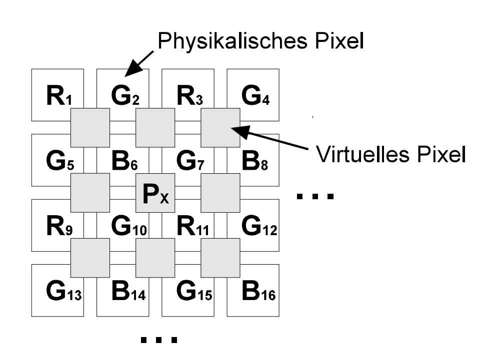
2.2 Farbalgorithmen bei Farbkameras

Bei den Farbkameras wird ein Farbsensor mit RGB-Filter (Bayer-Filter) für die Farben rot, grün und blau verwendet. Der CCD Sensor nimmt die Lichtinformation für jedes einzelne Pixel als Grauwert mit 12 Bit Dynamik auf (R_X, G_X, B_X).
Mit Hilfe der Camera Control Software werden die 12 Bit Daten für jedes Pixel in ein 8 Bit Triplet (P_{RED}, P_{GREEN}, P_{BLUE}) umgerechnet (interpoliert). Für diese Interpolation stehen zwei Umrechnungsalgorithmen zur Verfügung:

Algorithmus 1

Dieser Algorithmus optimiert die **Farbauflösung**. Es wird der rote, grüne und blaue Farbanteil von virtuellen Pixeln berechnet. Diese virtuellen Pixel befinden sich zwischen den tatsächlichen Pixeln. In CamWare wird dieser Algorithmus auch als ‚smooth' bezeichnet.

- Der Filter auf dem ersten physikalischen Pixel links oben ist **immer** „rot".
- Zwischen den physikalischen Pixeln befinden sich virtuelle Pixel P_X die nach unten beschriebenem Umrechnungsalgorithmus berechnet werden.



Vereinfachter Umrechnungsalgorithmus für das neue virtuelle Pixel P_X:

$P_{ROT} = (9 R_{11} + 3 R_3 + 3 R_9 + R_1)/16$
$P_{GRÜN} = (G_7 + G_{10})/2$
$P_{BLAU} = (9 B_6 + 3 B_8 + 3 B_{14} + B_{16})/16$

Algorithmus 2

Dieser Algorithmus optimiert die **örtliche Auflösung**. Für jeden physikalischen Pixel wird für jede Farbe ein Wert errechnet, bezogen auf die jeweiligen Nachbarpixel.

Beispiel für $Pixel_6$
$P_{ROT} = (R_1 + R_3 + R_9 + R_{11})/4$
$P_{GRÜN} = (G_2 + G_5 + G_7 + G_{10})/4$
$P_{BLAU} = B_6$

Beispiel für $Pixel_7$
$P_{ROT} = (R_3 + R_{11})/2$
$P_{GRÜN} = G_7$
$P_{BLAU} = (B_6 + B_8)/2$

2.3 Betrieb mehrerer Kameras in einem Rechner

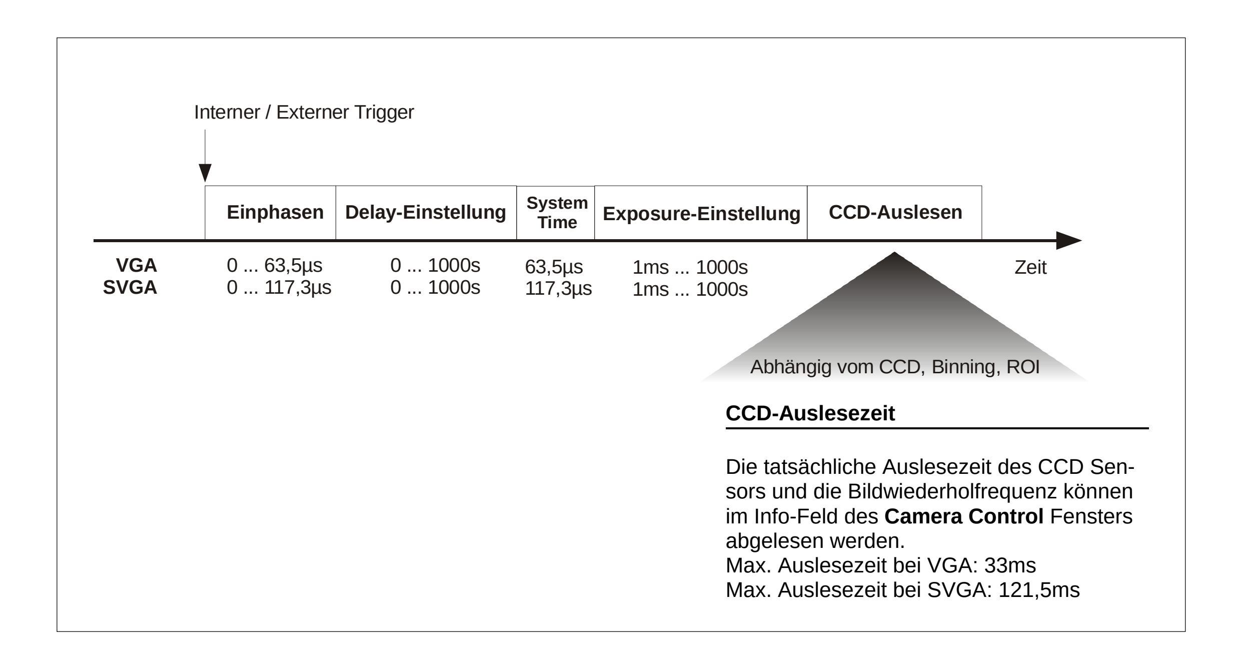
Es können bis zu vier sensicam oder sensicam qe Kameras von einem Rechner aus bedient werden. Es müssen hierzu die entsprechenden PCI-Boards eingebaut werden.
Detaillierte Infos zur Steuerung finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare'.

3. Timing

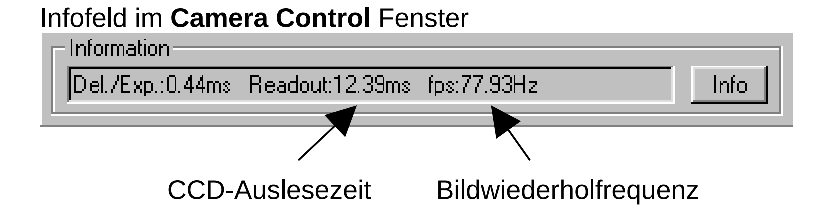
3.1 sensicam LongExposure

Mit der sensicam LongExposure können Belichtungszeiten zwischen 1ms und 1000s realisiert werden. Durch ein internes oder externes Triggersignal wird die Aufnahme(-sequenz) gestartet.
Das einfallende Licht wird auf dem CCD Sensor aufintegriert und anschließend als digitale 12 Bit Daten in den Rechner gelesen.

Neben den frei wählbaren Verzögerungs- und Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, System Time, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.



Infofeld im **Camera Control** Fenster



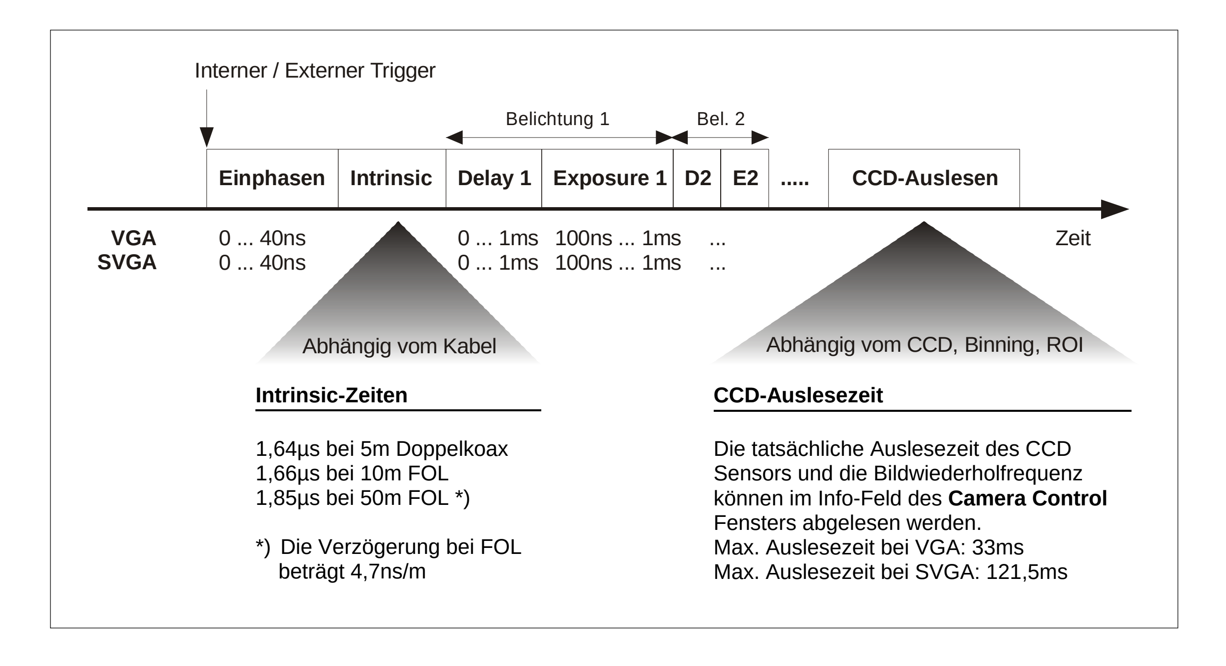
3.2 sensicam FastShutter

Die sensicam FastShutter kann im ‚Standard Mode' und im ‚Fast Cycles Mode' betrieben werden.
Die Wahl der Betriebsart erfolgt im Feld ‚Options'. Jede Betriebsart hat ein eigenes Camera Control Fenster.

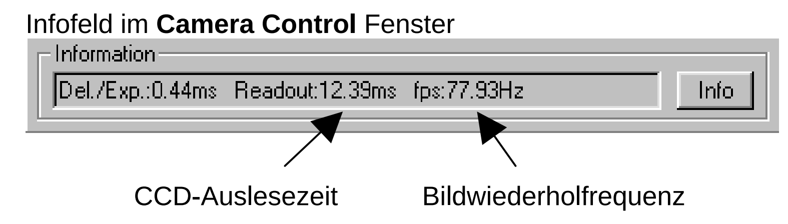
3.2.1 sensicam FastShutter im Standard Mode

Hier kann die Kamera Einzel- bzw. Mehrfachbelichtung ausführen. Die Belichtungszeit liegt zwischen 100ns und 1ms. Bei der Mehrfachbelichtung können maximal 10 Belichtungszeitpaare (Delay + Exposure) frei programmiert werden.
Die Einzel- bzw. Mehrfachbelichtung wird durch ein internes oder externes Triggersignal gestartet. Anschließend werden die digitalen 12 Bit Daten des CCD-Sensors ausgelesen.

Neben den frei wählbaren Verzögerungs- und Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, Intrinsic, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.

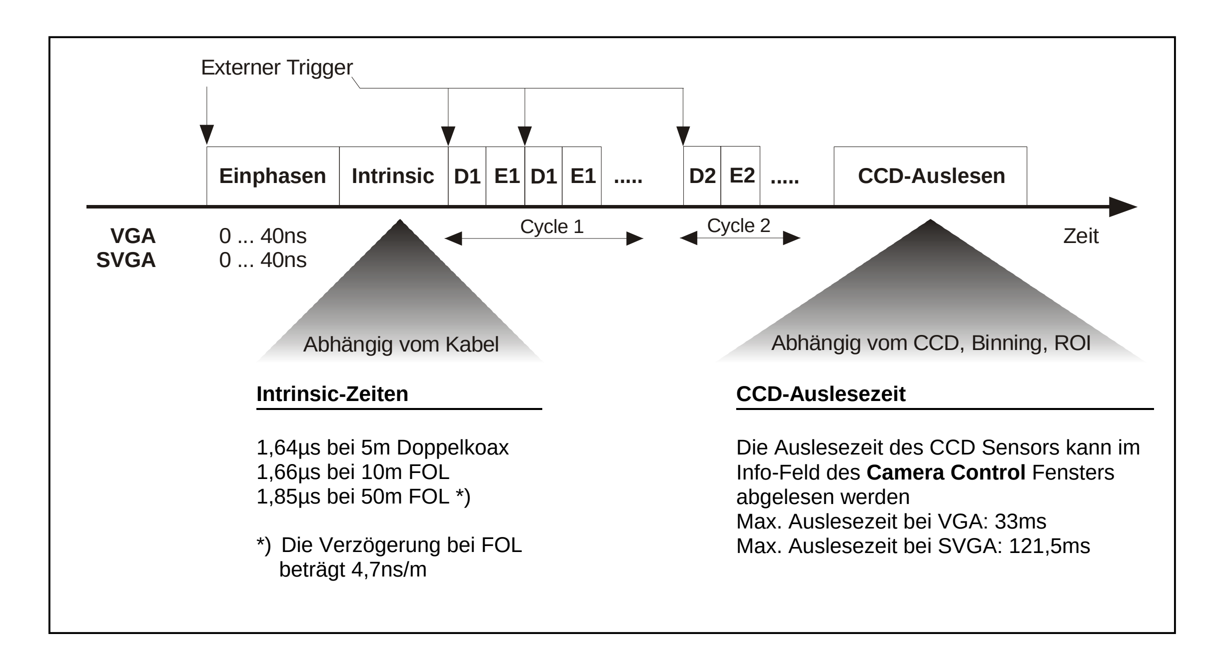


Infofeld im **Camera Control** Fenster

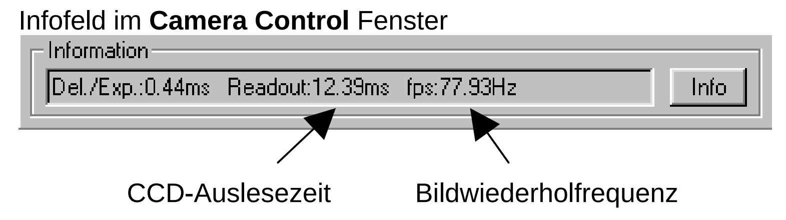


3.2.2 sensicam FastShutter im Cycles Mode

In dieser Betriebsart können bis zu fünf Blöcke frei programmiert werden. Jeder Block besteht aus Cycle-Zähler, Verzögerungs- und Belichtungszeit. Mit dem Cycle-Zähler kann bestimmt werden, wie oft das Belichtungszeitpaar (Delay + Exposure) wiederholt werden soll. Die Belichtungen aller fünf Blöcke zusammen ergeben ein Bild, d.h. die Information der einzelnen Belichtungen wird auf dem CCD Sensor aufintegriert. Erst nach dem letzten abgearbeiteten Cycle in Block 5 wird der CCD Sensor ausgelesen.
Jede einzelne Belichtung, auch innerhalb der Blöcke, muß extern getriggert werden.
Neben den frei wählbaren Verzögerungs- und Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, Intrinsic, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.



Infofeld im **Camera Control** Fenster



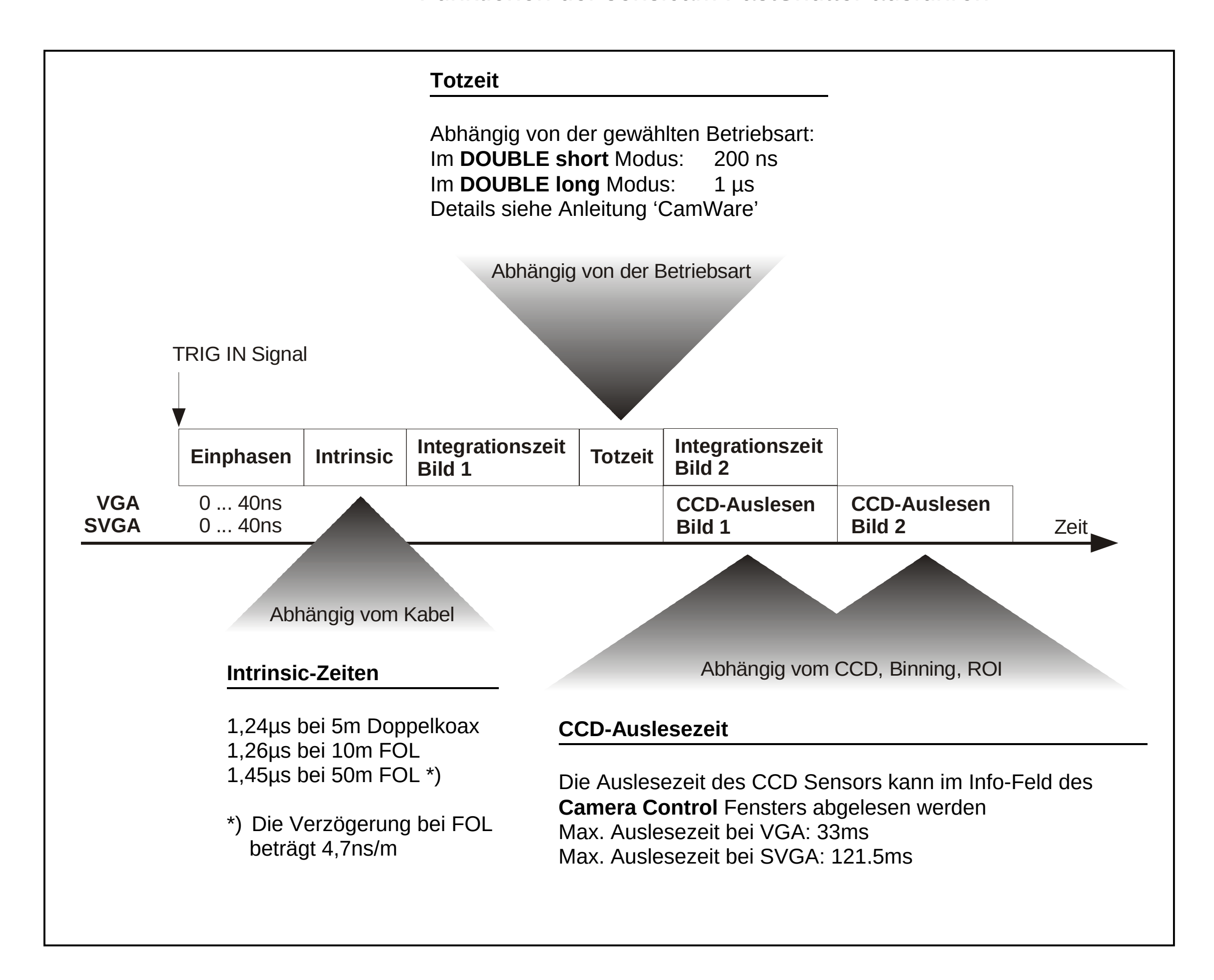
CCD-Auslesezeit Bildwiederholfrequenz

3.3 sensicam DoubleShutter

Mit der sensicam DoubleShutter können zwei getrennte Vollbilder aufgenommen werden. Der kürzeste zeitliche Abstand zwischen den Bildern beträgt 200ns.
Die Integrationszeit des 1. Bildes wird durch die Länge des extern zugeführten Triggersignals vom Anwender selbst festgelegt. Der typische Bereich sollte zwischen 1µs und ca. 10ms liegen.
Die Integrationszeit des 2. Bildes wird **ausschließlich** durch die **CCD-Auslesezeit des 1. Bildes** bestimmt, d.h. der Anwender hat keinen direkten Einfluß auf die Dauer der zweiten Integrationszeit und damit der Belichtung des 2. Bildes.
Sollte jedoch in dieser Zeit eine kürzere Belichtungszeit benötigt werden, so muß für eine externe Steuerung, z.B. durch Laser, Blitz, mechanischem Shutter o.ä. gesorgt werden. Dazu ist es sinnvoll, das Umgebungslicht abzudunkeln.

Neben den beiden Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, Intrinsic, Totzeit, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.

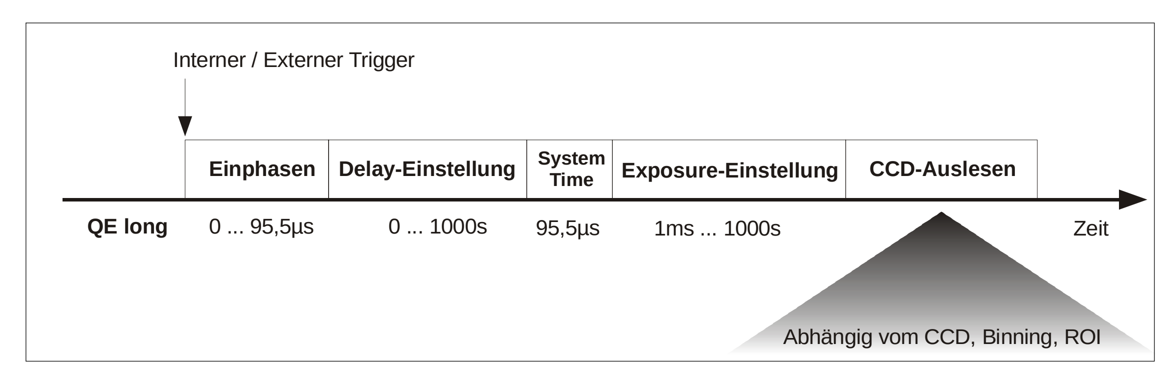
Hinweis Mit der sensicam DoubleShutter können Sie auch sämtliche Funktionen der sensicam FastShutter ausführen.



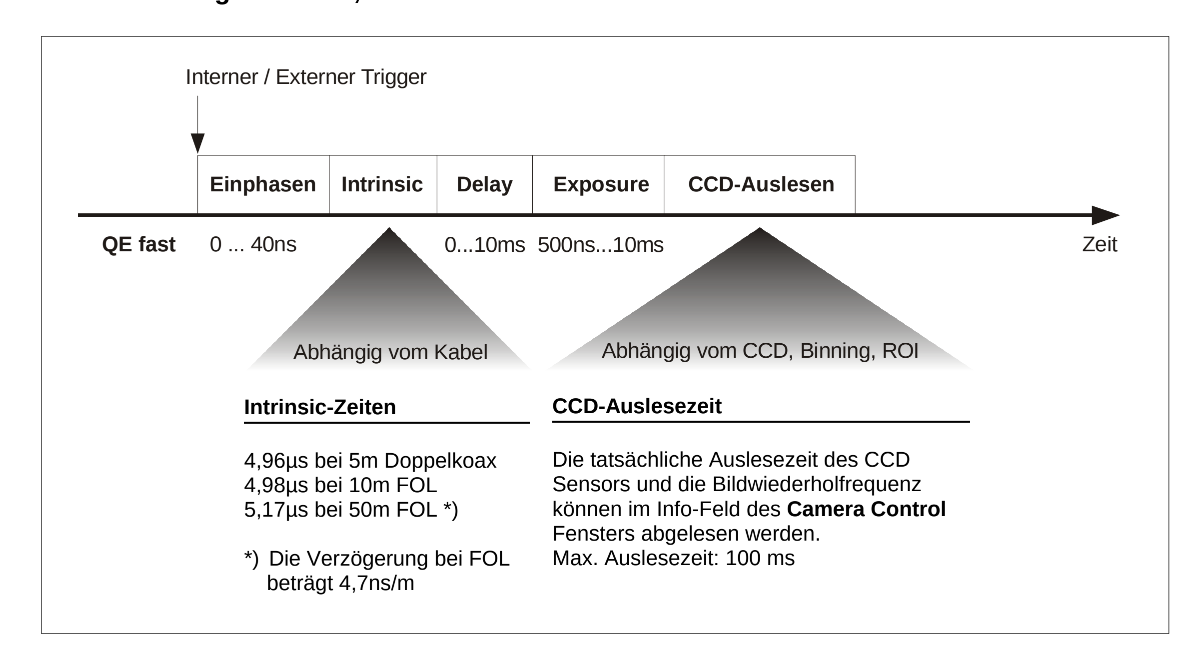
3.4 sensicam qe Standard

Mit der sensicam qe Standard können Belichtungszeiten zwischen 500ns und 1000s realisiert werden. Durch ein internes oder externes Triggersignal wird die Aufnahme(-sequenz) gestartet.
Das einfallende Licht wird auf dem CCD Sensor aufintegriert und anschließend als digitale 12 Bit Daten in den Rechner gelesen.
Neben den frei wählbaren Verzögerungs- und Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, System Time, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.

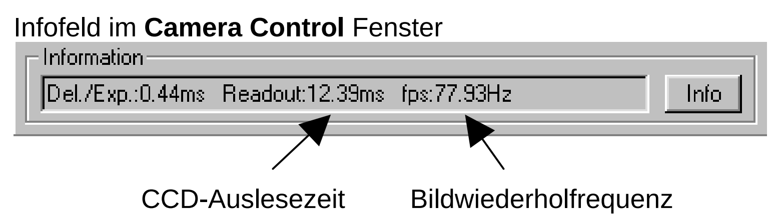
Kamera Timing im Mode ‚LONG'



Kamera Timing im Mode ‚FAST'



Infofeld im **Camera Control** Fenster

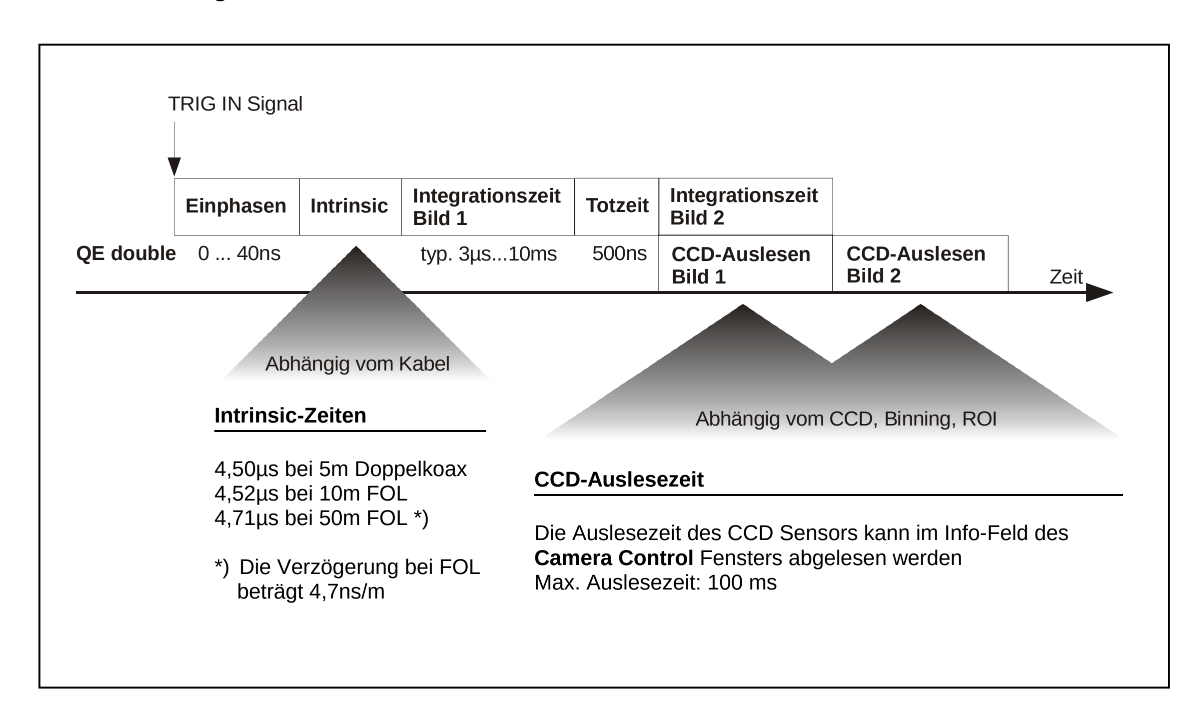


3.5 sensicam qe DoubleShutter

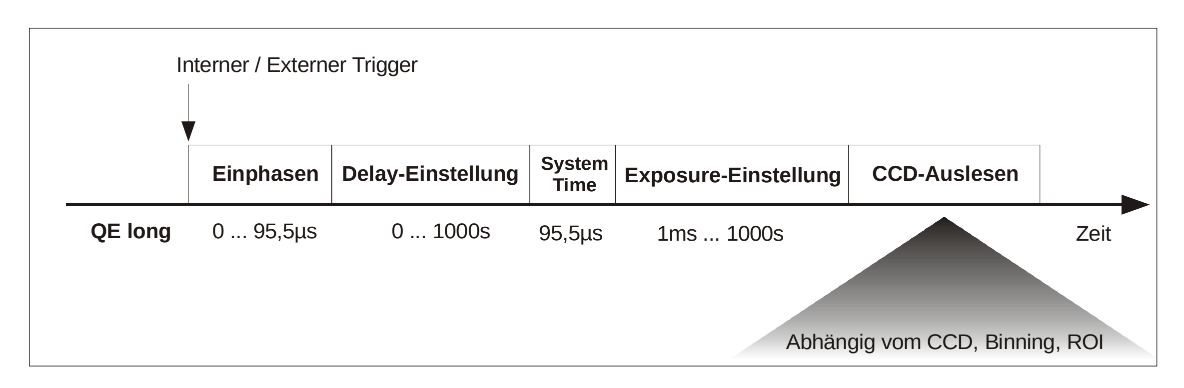
Mit der sensicam qe DoubleShutter können zwei getrennte Vollbilder aufgenommen werden. Der kürzeste zeitliche Abstand zwischen den Bildern beträgt 500ns.
Die Integrationszeit des 1. Bildes wird durch die Länge des extern zugeführten Triggersignals vom Anwender selbst festgelegt. Der typische Bereich sollte zwischen 3µs und ca. 10ms liegen.
Die Integrationszeit des 2. Bildes wird **ausschließlich** durch die **CCD-Auslesezeit des 1. Bildes** bestimmt, d.h. der Anwender hat keinen direkten Einfluß auf die Dauer der zweiten Integrationszeit und damit der Belichtung des 2. Bildes.
Sollte jedoch in dieser Zeit eine kürzere Belichtungszeit benötigt werden, so muß für eine externe Steuerung, z.B. durch Laser, Blitz, mechanischem Shutter o.ä. gesorgt werden. Dazu ist es sinnvoll, das Umgebungslicht abzudunkeln.

Neben den beiden Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, Intrinsic, Totzeit, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.

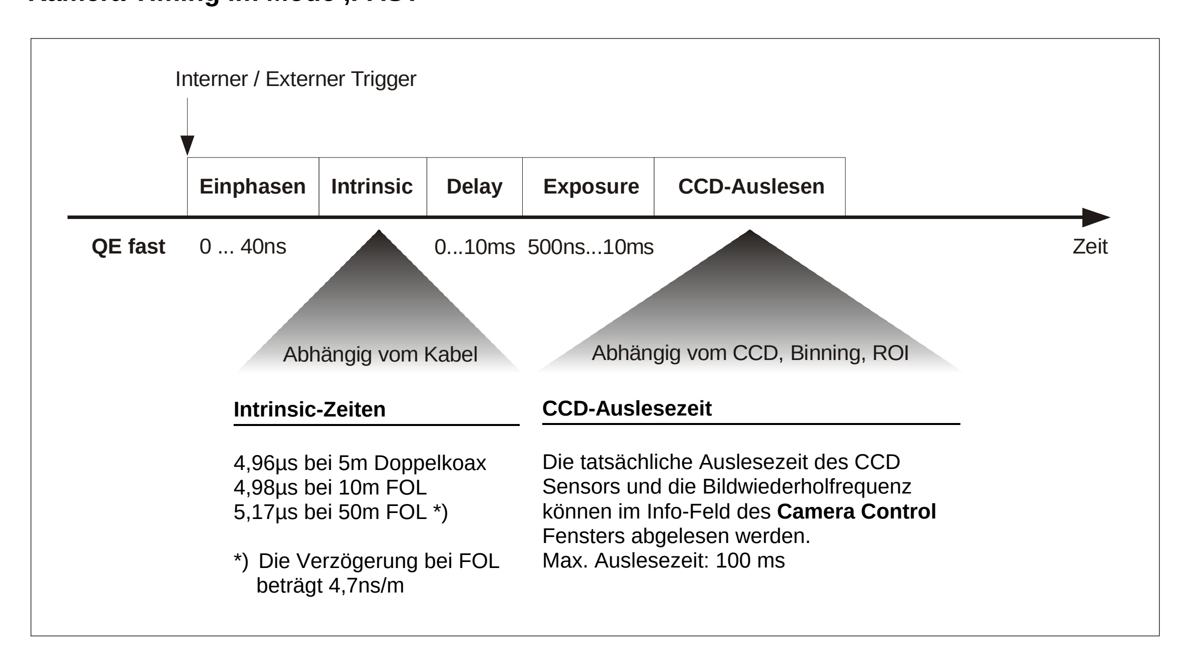
Kamera Timing im Mode ‚DOUBLE'



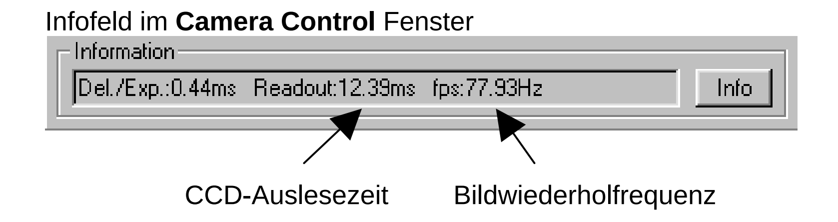
Kamera Timing im Mode ‚LONG'



Kamera Timing im Mode ‚FAST'



Infofeld im **Camera Control** Fenster

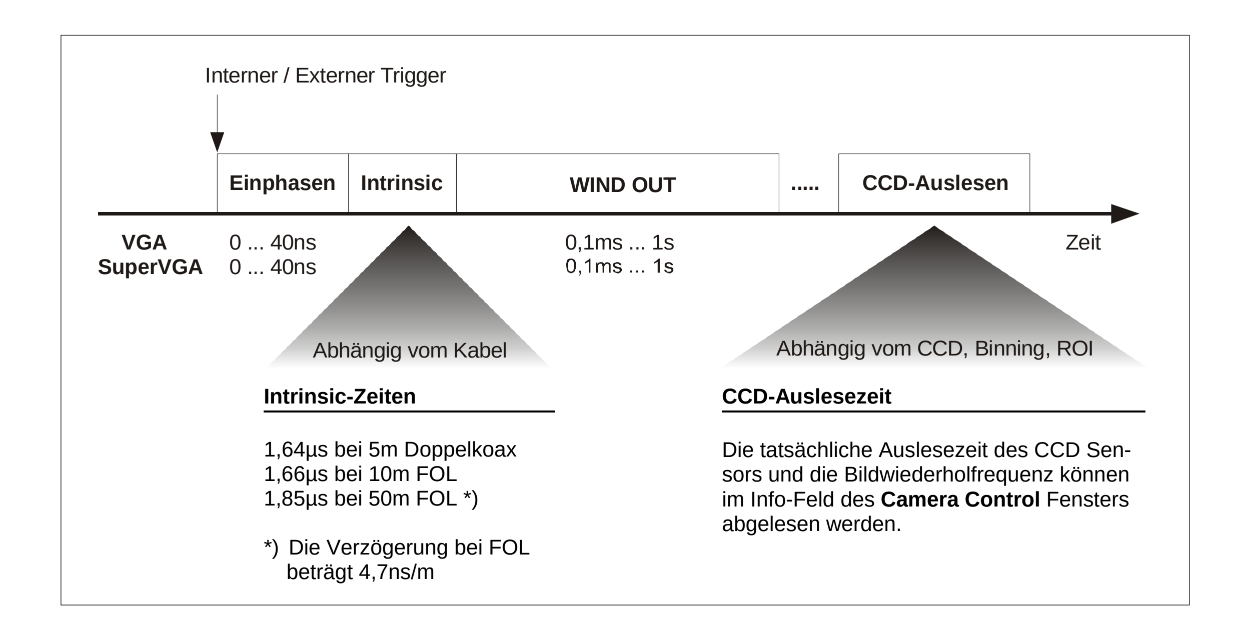


3.6 sensicam SensiMod

Bei der modulierbaren sensicam handelt es sich um eine Spezialversion, die nicht als Standardkamera betrieben werden kann. Im Feld ‘Options’ kann daher nur die Betriebsart ’Modulated’ eingestellt werden.

Innerhalb eines vorgegebenen Belichtungszeitfensters WIND OUT muß die externe Modulation erfolgen.
Diese erfolgt über die MOD IN Buchse an der Kamerarückwand.
Details zu WIND OUT und MOD IN finden Sie im Manual „CamWare“.

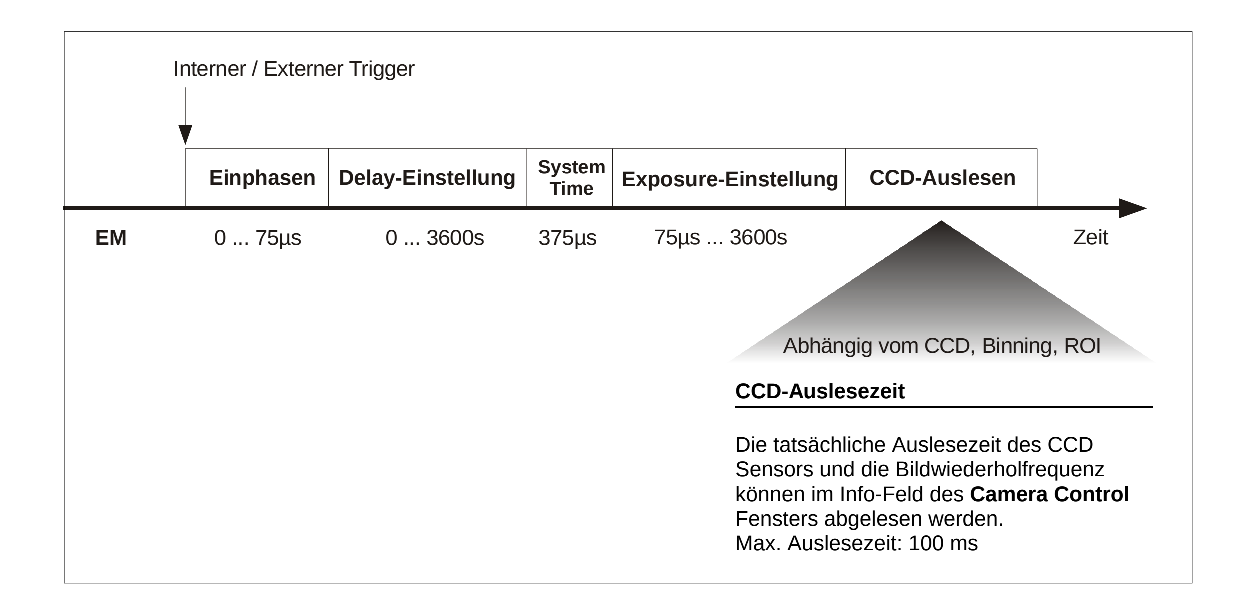
Neben dem frei wählbaren Zeitfenster WIND OUT gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, Intrinsic, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.
In nachfolgender Übersicht wird das Timing der Kamera detailliert dargestellt.



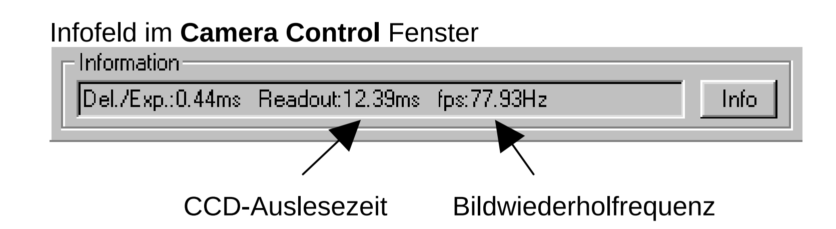
3.7 sensicam em

Mit der sensicam em können Belichtungszeiten zwischen 75µs und 3600s realisiert werden. Durch ein internes oder externes Triggersignal wird die Aufnahme(-sequenz) gestartet.
Das einfallende Licht wird auf dem CCD Sensor aufintegriert und anschließend als digitale 12 Bit Daten in den Rechner gelesen.
Neben den frei wählbaren Verzögerungs- und Belichtungszeiten gibt es feste Systemzeiten (Einphasen, System Time, CCD-Auslesen), die im Gesamt-Timing der Kamera berücksichtigt werden müssen.

Der Verstärkungsfaktor „Electron Multiplying Gain“ (em-gain) hat auf das Timing keinen Einfluss.



Infofeld im **Camera Control** Fenster



4. Triggersteuerung

Prinzipiell kann die sensicam intern und extern getriggert werden. Je nach Modell werden nachfolgende Triggermodi unterschieden.
Ausführliche Timingdiagramme finden Sie in Kapitel 3.

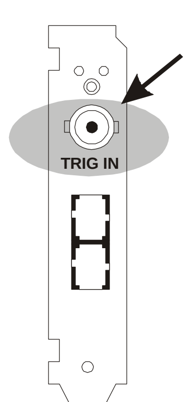
sensicam Long Exposure, sensicam qe, sensicam em
Externe Triggerung, fallende Flanke (external falling edge)
Externe Triggerung, steigende Flanke (external rising edge)
Interne Triggerung, sequentiell (auto sequential)
Interne Triggerung, simultan (auto simultaneous), bei qe nur im Mode 'LONG'

sensicam Fast Shutter (Standard Mode)
Externe Triggerung, fallende Flanke (external falling edge)
Externe Triggerung, steigende Flanke (external rising edge)
Interne Triggerung, sequentiell (auto sequential)

sensicam Fast Shutter (Fast Cycles Mode)
Externe Triggerung, fallende Flanke (external falling edge)
Externe Triggerung, steigende Flanke (external rising edge)

sensicam Double Shutter
Externe Triggerung, fallende Flanke (external falling edge)
Externe Triggerung, steigende Flanke (external rising edge)

Externe Triggerung „external falling" und „external rising"

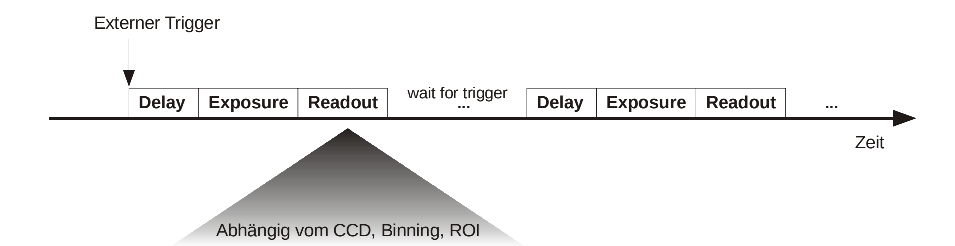


Die externe Triggerung erfolgt über ein TTL Signal (low = 0V, high = 5V), das an die BNC-Buchse am PCI-Board angeschlossen wird.

Das TTL Signal kann sowohl „low-aktiv" (external falling) als auch „high-aktiv" (external rising) sein.

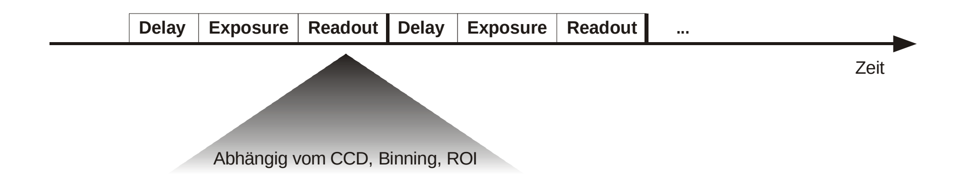
external falling = 1kΩ pull up
external rising = 1kΩ pull down

Im unbeschalteten Zustand wird der Triggereingang mit einem 1kΩ Widerstand auf +5V gehalten. Dadurch kann ein externes Triggersignal auch durch einen Kurzschluß-Taster erzeugt werden.



Interne Triggerung „auto sequential“

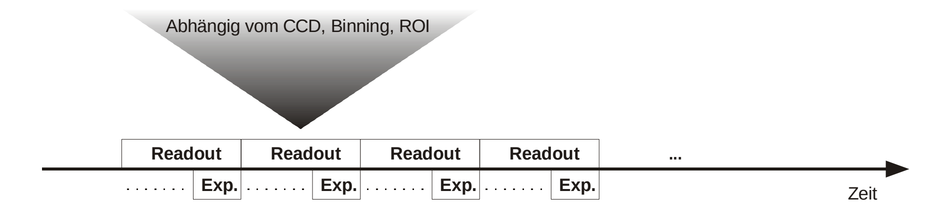
In diesem Triggermodus erfolgt eine ständige Wiederholung der eingestellten Belichtungsfolge.
Die gewählte Verzögerungs- (Delay) und Belichtungszeit (Exposure) erfolgt immer erst nach dem Auslesen (Readout).



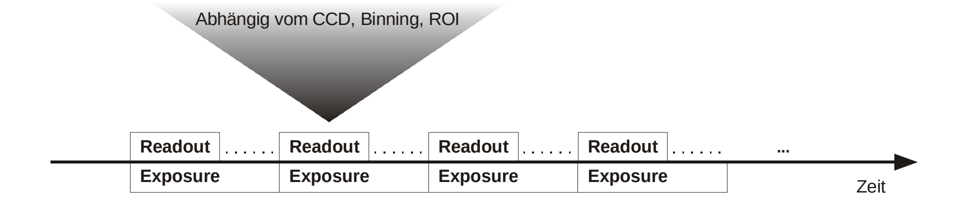
Interne Triggerung „auto simultaneous“

In diesem Triggermodus kann die Belichtung (Exposure) bereits während des Auslesens (Readout) erfolgen.
Wenn die Belichtungszeit kleiner als die Auslesezeit ist, kann die maximale Bildfolgefrequenz (abhängig vom CCD Sensor und vom eingestellten Binning) genutzt werden. Andernfalls ist die Bildfolgefrequenz von der Länge der gewählten Belichtungszeit abhängig.
Eine Delay-Einstellung ist in diesem Modus nicht möglich!

Belichtungszeit < CCD-Auslesezeit

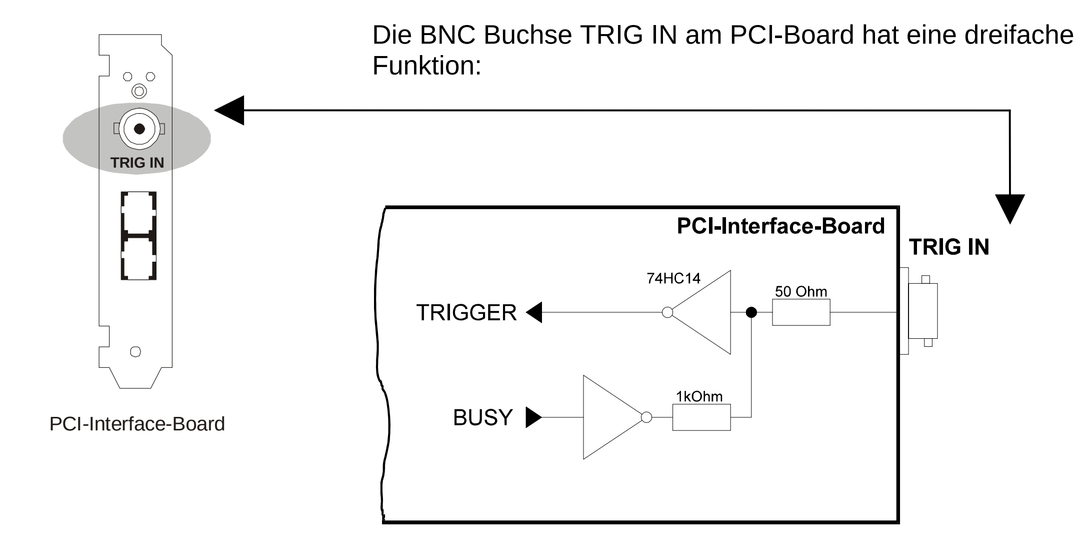


Belichtungszeit > CCD-Auslesezeit



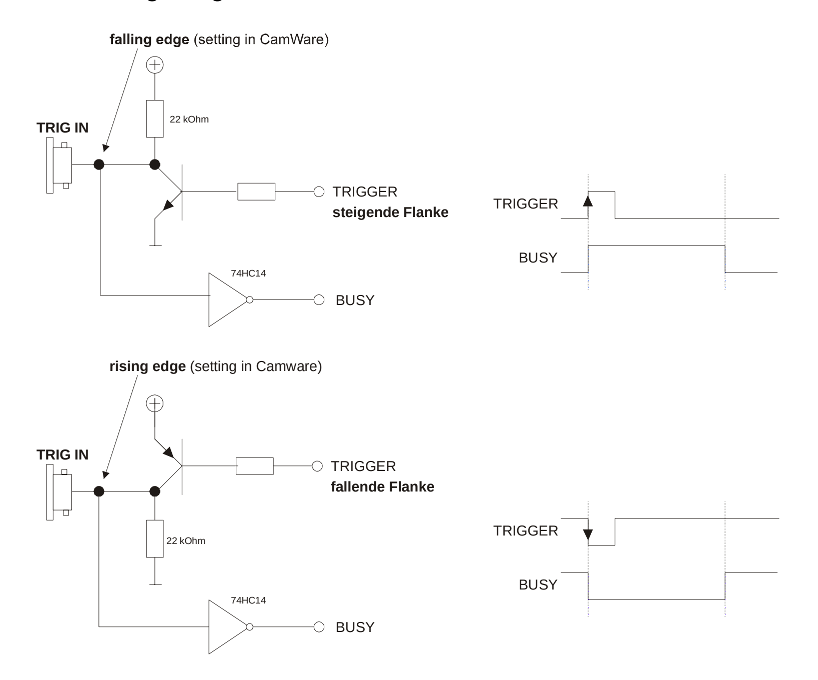
TRIG IN Buchse am PCI-Board

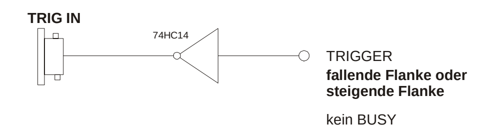
Die BNC Buchse TRIG IN am PCI-Board hat eine dreifache Funktion:

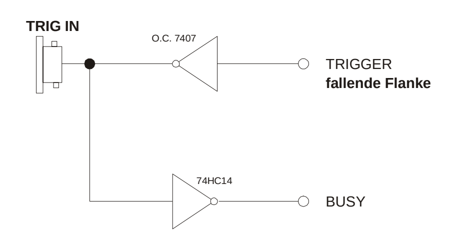


Funktion 1: Triggereingang
Das Kamerasystem kann über ein zugeführtes flankenaktives TTL Signal getriggert werden.

Funktion 2: Kontrollausgang
An diesem Ausgang kann das BUSY Signal abgegriffen werden. Bei der sensicam LongExposure wird über diesen Kontrollausgang zusätzlich das EXPOS-Signal herausgeführt.
BUSY steht auch an der Klinkenbuchse zur Verfügung (siehe übernächste Seite). Es ist gesetzt in der Zeit vom Start des Triggersignals bis zum Schreiben der Daten in den Zwischenspeicher des PCI-Boards. Während dieser Zeit wird keine neue Belichtung ausgeführt.



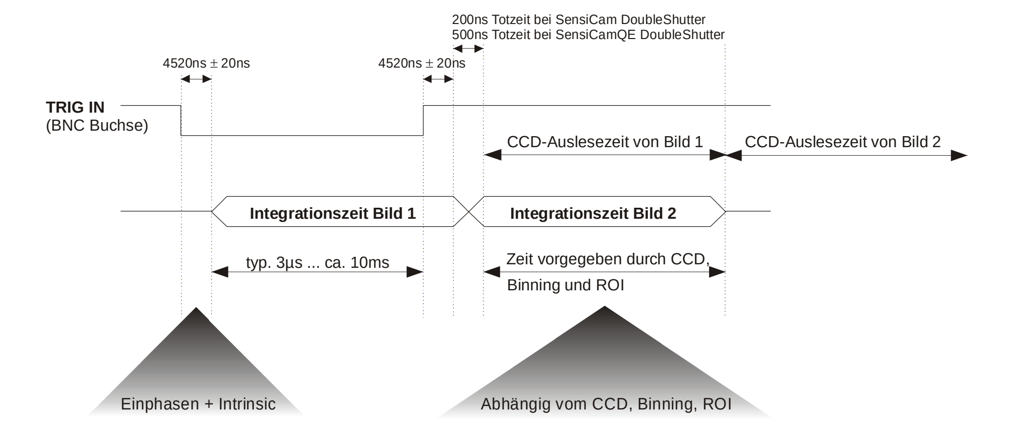




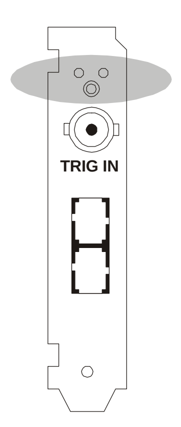
Bei sensicam LongExposure steht zusätzlich das Signal **EXPOS** zur Verfügung. EXPOS dient zur Anzeige der Belichtungszeit. Das Signal ist high-aktiv (TTL), beginnt 1ms vor der Belichtungszeit (wenn Delay ≥1ms) und endet 5ms vor Beendigung der Belichtungszeit (wenn Exposure >5ms). EXPOS kann nur im internen Triggermodus (auto sequential oder auto simultaneous) verwendet werden.

Wenn kein externes Triggersignal angelegt ist (Triggerauslösung über CamWare), ist das BUSY Signal immer low aktiv. Im FAST Modus beginnt die Belichtung des CCDs mit Wechsel des BUSY Signals von low auf high. Im LONG Modus beginnt die Belichtung des CCDs 200µs nach dem Wechsel des BUSY Signals von low auf high.
Das EXPOS Signal (nur bei sensicam LongExposure möglich) ist bei Triggerauslösung über CamWare immer high aktiv und entspricht exakt der Belichtungszeit des CCDs.

Funktion 3: Steuerung der Doppelbelichtung
(Nur für sensicam DoubleShutter und sensicam qe Double Shutter). Der zeitliche Verlauf der Doppelbelichtung muß durch ein externes TTL-Triggersignal (TRIG IN) gesteuert werden.
Das nachfolgende Timingdiagramm gilt für sensicam DoubleShutter mit Koaxkabel.

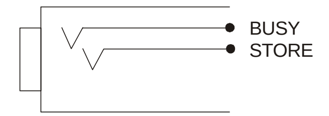


Klinkenbuchse am PCI-Board



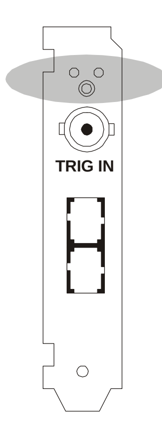
Die 3,5mm Stereo-Klinkenbuchse am PCI-Board hat eine doppelte Funktion:

Funktion 1: BUSY Signal
Dieser Kontrollausgang signalisiert, ob die Kamera bereit ist, ein neues Triggersignal aufzunehmen. Während das Signal BUSY aktiv ist, wird ein externes Triggersignal ignoriert.
Die BUSY-Signalflanke hängt von der gewählten Triggereingangsflanke des TRIG IN Signals ab. Wenn als Triggereingang die fallende Flanke gewählt wurde (im Camera Control Fenster), dann bedeutet Ausgangssignal low, dass die Kamera BUSY ist und Ausgangssignal high, dass die Kamera wieder bereit ist, ein neues Triggersignal zu verarbeiten.



Funktion 2: STORE Signal
Kontrollausgang (high aktiv)
STORE signalisiert den Datentransfer von der Kamera zum PCI-Board.

Leuchtdioden am PCI-Board



Es befinden sich zwei Leuchtdioden am Metallhalter des PCI-Boards:

Grüne LED
Kontroll LED, wenn Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board in Ordnung ist.
Mögliche Ursachen, wenn diese LED **nicht** leuchtet:

- Kabel nicht oder falsch eingesteckt (Bei Kameras mit Koaxkabel könnten die beiden Kabel vertauscht sein. Beachten Sie, dass Tx auf Rx und Rx auf Tx verbunden sein muß.
- Kabel defekt

Rote LED
Diese LED signalisiert den DMA Datentransfer über den PCI-Bus vom Speicher des PCI-Boards zum Arbeitsspeicher des Rechners.

5. Software

Applikationssoftware

Im Lieferumfang der Kamera ist das Programm **CamWare** enthalten. Mit diesem Programm kann die Kamera komplett gesteuert und es können Bilder dargestellt und abgespeichert werden.
Detaillierte Infos zu CamWare entnehmen Sie bitte der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare'.

Plug-Ins

Für verschiedene Bildverarbeitungs- oder Bildanalyseprogramme gibt es Plug-Ins. Damit können die Kommandos für die Kamerasteuerung direkt aus dem jeweiligen Programm aufgerufen werden.

Informationen zu den verfügbaren Plug-Ins entnehmen Sie bitte dem Internet. Sollte Ihre Anwendersoftware nicht dabei sein, so sprechen Sie mit dem Vertrieb von PCO.

Software Development Kit

Wenn Sie eigene Programme geschrieben haben oder die Steuerung in bestehende Programme selbst vornehmen wollen, so können Sie mit dem Software Development Kit (SDK) die Kamerasteuerung jederzeit als DLL-File einbinden.

Folgende SDK's mit ausführlicher Beschreibung sind erhältlich:
- SDK für Windows 9x/ME/2000/NT/XP
- SDK für Linux

Sie befinden sich auf der CD-ROM oder können vom Internet herunter geladen werden (http://www.pco.de).

Treiber

Zum Betrieb des Kamerasystems stehen ein Twain Treiber und folgende PCI-Board Treiber zur Verfügung:
- PCI-Board Treiber für Windows 9x/ME/2000/XP
- PCI-Board Treiber für Windows NT
- PCI-Board Treiber für Linux

Die Treiber befinden sich auf der beigefügten CD-ROM oder können vom Internet kostenlos herunter geladen werden (http://www.pco.de).

6. Kühloptionen

Diese Optionen sind vor allem dann von Vorteil, wenn an extrem kritischen optischen Aufbauten (z.B. spezielle Mikroskope) eine mögliche Beeinflussung oder Vibration durch den eingebauten Lüfter der Kamera vermieden werden soll.
Die sensicam kann optional mit einer der beiden nachfolgend beschriebenen Kühloptionen ausgestattet sein.

Abgesetzte Lüfterkühlung

Bei dieser Kühloption wird der Lüfter von der Kamera mit einem flexiblen Schlauch (ca. 4m Länge, 25mm Querschnitt) abgesetzt.
Der externe Lüfter kann am Boden positioniert sein. Das Ein- und Ausschalten des Lüfters erfolgt automatisch mit dem Power-Schalter an der Kamera.
Sollte ein ungewöhnlich lautes Lüftergeräusch zu hören sein, kann dies durch eine stehende Welle im Lüfterschlauch erzeugt werden. Durch Verkürzen des Schlauchs um ein paar Zentimeter lässt sich dieses Problem beheben.

Wasserkühlung

Anstelle des Lüfters wird die in der Kamera erzeugte Wärme über einen Wasserdurchfluß abgeführt.
Die Kamera hat an der Unterseite zwei Anschlüsse für Zu- und Ablauf.
Im Lieferumfang dieser Option sind zwei 5m-Schläuche mit Schnellverschlußsteckern enthalten, die als Zu- und Ablaufschläuche dienen.
Die Wasserzufuhr kommt am besten direkt aus der Wasserleitung. Ein minimaler Wasserdurchfluß ist ausreichend (ca. 2-3cm Wasserstrahl am Ablaufschlauch).

7. Wartung, Pflege- und Reinigungshinweise

Wartung und Pflege der Kamera

Die Kamera ist wartungsfrei konstruiert.
Sie ist vom Werk so eingestellt, daß sie keinerlei spezieller Inspektion bedarf.

Beim Arbeiten mit der Kamera ist darauf zu achten, daß sie keinen harten Stößen ausgesetzt wird.
Das Gerät ist vor Feuchtigkeit und extremen Temperaturschwankungen zu schützen. Vermeiden Sie direktes Sonnenlicht, da sich das Kameragehäuse unnötig aufheizt und die integrierte Kühlung nicht mehr gewährleistet werden kann. Die Luftöffnungen auf der Gehäuseunterseite und Gehäuserückseite sind freizuhalten.

Beim Einschrauben des Objektives ist besonders darauf zu achten, das dies nicht unter großer Krafteinwirkung geschieht.

Sollte eine Reinigung des Gehäuses notwendig sein, ist ein weiches, trockenes Tuch zu verwenden.

Reinigung der Optik

Prinzipiell stellt jeder Reinigungsvorgang eine **Gefahr für die Glasoberfläche** dar. Reinigen Sie deshalb nur, wenn dies unbedingt erforderlich ist!

Bevor Sie mit optischen Reinigungsmitteln arbeiten, versuchen Sie die Schmutzpartikel mit trockener Luft auszublasen. Wischen Sie bitte nie auf der Glasoberfläche im trockenen Zustand.
Sollten sich die Schmutzpartikel dadurch nicht entfernen lassen, so müssen speziell geeignete Reinigungsmittel verwendet werden. Geeignete Reinigungsmittel für optische Teile sind reiner Alkohol, reines Aceton oder Reinigungsmittel, die Sie in Fotofachgeschäften erhalten. Verwenden Sie ein getränktes Wattestäbchen und achten Sie, daß ausschließlich auf der Glasoberfläche gewischt wird und nicht auf Metalloberflächen, wie z.B. dem Objektiv-Gewinde. Es können dadurch mikrofeine Schmutzpartikel abgelöst und irreparable Kratzer auf der Glasoberfläche verursacht werden.
Verwenden Sie **auf gar keinen Fall** scharfe Reinigungsmittel wie Reinigungsbenzin, Spiritus, Nitrolösungen, etc., wie sie häufig in Labors zu finden sind. Solche aggressiven Mittel können die Oberflächenstruktur angreifen und verändern.

Tip Um möglichst wenig Schmutz auf die Optik zu bekommen, empfiehlt es sich generell, nach Abnehmen des Objektives **sofort** die Schutzkappe anzubringen und die Kamera nie ohne Objektiv oder ohne Schutzkappe zu montieren.

Es kann für Beschädigungen auf der Glasoberfläche, die durch falsche Reinigung verursacht wurden, keine Gewährleistung übernommen werden.

Reinigung des Lichtwellenleiters

Der Lichtwellenleiter und die Anschlußbuchse sollten ausschließlich mit staubfreier Druckluft gereinigt werden. Es handelt sich bei dem Lichtwellenleiter um eine Glasfaser mit 64µm Durchmesser.
Die Schutzkappen sollten sofort nach Abstecken auf die Buchse bzw. den Stecker aufgebracht werden, um eine Verschmutzung zu vermeiden.

8. Anhang

Kundenservice

Haben Sie ein Problem oder eine Frage, die in dieser Bedienungsanleitung nicht geklärt wurde, geben wir Ihnen schnellstmöglich Hilfe ...

... per Telefon 09441/2005-0
... per Fax 09441/2005-20
... per Email support@pco.de
... per Post PCO AG
Donaupark 11
93309 Kelheim

Zur schnellen Beantwortung Ihrer Fragen benötigen wir folgende Angaben:

- Kurze Beschreibung des aufgetretenen Problems
- Versuchsbedingungen
- Eingestellte Werte
- Verwendete Kamera-Software und Versionsnummer
- Seriennummer auf dem silbernen Typenschild an der Kameraunterseite
- Seriennummer des PCI-Boards (520 ... oder 525 ...)
- Betriebssystem
- Prozessortyp des Rechners
- Arbeitsspeicher
- Grafikkarte
- Grafikeinstellungen

Gewährleistung

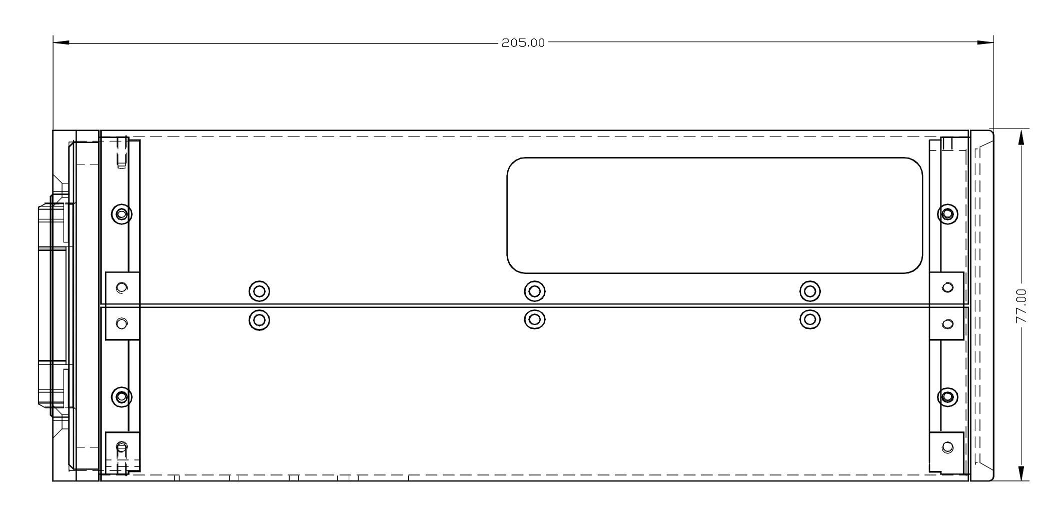
Für das Kamerasystem (inkl. PCI-Board) gilt die gesetzliche Gewährleistung. Sie haben Anspruch auf unentgeltliche Reparatur oder Ersatz, wenn das System innerhalb der Gewährleistungsfrist nachweislich defekt wurde und an PCO übergeben wird. PCO ist für Folgeschäden nicht verantwortlich.
Bevor Sie das Kamerasystem zurückschicken, nehmen Sie bitte mit PCO Kontakt auf.
Achten Sie beim Verschicken auf eine ausreichende Verpackung (evtl. Originalverpackung aufbewahren). Die Lichtwellenleiterkabel und die -anschlüsse an Kamera bzw. PCI-Board müssen mit den dafür bestimmten Schutzkappen geschützt sein. Vergessen Sie nicht die C-Mount Schutzkappe zum Schutz des CCD Sensors!

Achtung Mit dem Öffnen des Kameragehäuses oder bei unsachgemäßer Handhabung (z.B. Zerstörung durch elektrostatische Aufladung, verkratztes Eingangsfenster durch falsche Reinigungsmethode, Einsatz der Kamera in X-Ray Umgebungen) erlischt der Gewährleistungsanspruch!

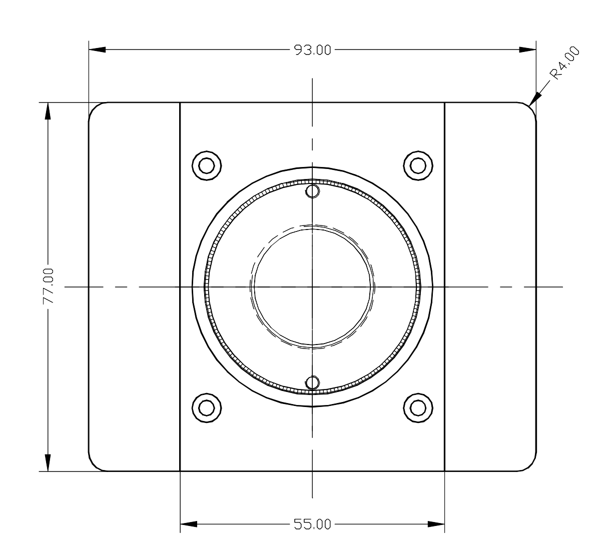
CE-Zertifizierung

Die sensicam besitzt das CE-Zeichen und erfüllt die nach der „EMV Richtlinie der EG (89/336/EWG)“ geforderten Anforderungen.

Abmessungen und Gewicht

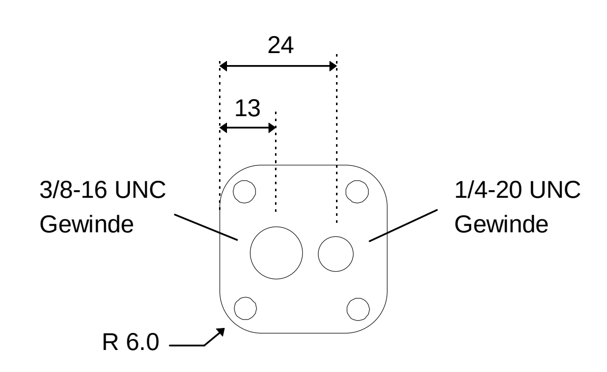


Seitenansicht der sensicam



Frontansicht der sensicam

Sockel auf der Kameraunterseite



Gewicht: 1,6 kg

Systemdaten sensicam VGA, SVGA

sensicam	VGA	SVGA
Sensor Type		
Number of Pixels	640(H) x 480(V)	1280(H) x 1024(V)
Pixel Size	9.9µm x 9.9µm	6.7µm x 6.7µm
Sensor Format	1/2“	2/3“
Scan Area	6.3mm x 4.8mm	8.6mm x 6.9mm
Cooling Type	2-stage peltier cooler with forced air cooling	
CCD Temperature	-15°C	-12°C
Full Well Capacity	35.000 e^-	25.000 e^-
Scan Rate	12.5 MHz	12.5 MHz
Readout Noise @12.5 MHz	13 ... 14 e^-	7 ... 8 e^-
A/D-Converter	12 Bit @12.5MHz	
A/D Conversion Factor	7.5 e^-/count	5 e^-/count
Max. Quantum Efficiency monochrome, @ 520nm	≥ 40%	
Spectral Response (monochrome)	280 ... 1000nm	
Spectral Response (color)	RGB primary colors	
Average Dark Charge [7)]	< 0.1 e^-/pixel·sec	< 0.1 e^-/pixel·sec
Extinction Ratio [1)]	1:2000	1:2000
Smear [2)]	< 0.005%	< 0.005%
Anti Blooming [3)]	> 1000	> 1000
CCD Quality	grade 0	grade 0
Non-Linearity	< 1%	< 1%
Readout Frequency (Full Frame)	30 fps	8 fps
Binning Horizontal	1...8	
Binning Vertical	1...32	
Blemishes		
Point Defects [4)]	0	0
Cluster Defects [5)]	0	0
Column Defects [6)]	0	0
Warm Pixels [7)] typ.		
# pixels > 100 e^-	0	0
# pixels > 5 e^-	0 - 2	0 - 2
# pixels > 1 e^-	250 - 1000	500 - 2000
Non-Uniformity in darkness [8)] typ.	1 count	1 count
Non-Uniformity in brightness [9)] typ.	0.2%	0.6%
# pixels > 12%	0	0
# pixels 8 ... 12%	0	0 - 2
# pixels 4 ... 8%	0	10 - 50
# pixels 2 ... 4%	0 - 5	n.a.
Optical Input	C-Mount with adjustable focus length	
Dimension	Head: 93(W) x 78(H) x 210(L) mm	
Weight	1.6 kg	
Operating Temperature	0...40°C	
Storage Temperature	-20...+70°C	
Humidity	10...90% non condensing	
C-Mount Back Focal Length	17.92 mm	
Maximum lens screw-in depth	9.5mm (with optional filter glass: 6mm)	

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions“

High Speed Serial Link	
High Speed Serial Link	standard: coax cable ≤10m with BNC connectors optional: fiber optic link ≤2000m with SC connectors

PCI-Interface Board	
Board	PCI Local Bus compatible, revision 2.1
Buffer RAM	16 MByte
Trigger Input	TTL level (rising/falling edge); BNC connector

Delay / Exposure Time	
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** LONG EXPOSURE	0 ... 1000s delay 1ms...1000s exposure
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** FAST SHUTTER	0 ... 1ms delay 100ns...1ms multiple exposure (free programmable)
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** DOUBLE SHUTTER	0 ... 1ms delay 100ns...1ms multiple exposure (free programmable) two separate exposures with min. 200ns delay
Delay / Exposure Time Setting **sensicam qe** STANDARD	0 ... 1000s delay 500ns...1000s exposure
Delay / Exposure Time Setting **sensicam qe** DOUBLE SHUTTER	0 ... 1000s delay 500ns...1000s exposure two separate exposures with min. 500ns delay
Delay / Exposure Time Setting **sensicam em**	0 ... 3600s delay 75µs...3600s exposure

Power Supply	
Power Supply	Desktop AC/DC 90...260V/ 36W IEC connector

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions“

Systemdaten sensicam qe, em

sensicam	**qe**	**em**
Sensor Type		
Number of Pixels	1376(H) x 1040(V)	1004(H) x 1002(V)
Pixel Size	6.45µm x 6.45µm	8µm x 8µm
Sensor Format	2/3“	2/3“
Scan Area	6.3mm x 4.8mm	8.03mm x 8.02mm
Cooling Type	2-stage peltier cooler with forced air cooling	
CCD Temperature	-12°C	-12°C
Full Well Capacity	18.000 e^-	70.000 e^-
Scan Rate	16 MHz	16 MHz
Readout Noise @12.5 MHz	4 ... 5 e^- (Gain High) 5 ... 6 e^- (Gain Low)	10 e^- (em gain = 2) <1 e^- (em gain >100)
A/D-Converter	12 Bit @16MHz	
A/D Conversion Factor	2 e^-/count (Gain High) 4 e^-/count (Gain Low)	6 e^-/count
Max. Quantum Efficiency monochrome, typ.	60% (@ 520nm)	65 (@ 610nm)
Spectral Response (monochrome)	290... 1000nm	
Spectral Response (color)	RGB primary colors	not available
Average Dark Charge [7]	< 0.1 e^-/pixel·sec	0.9 e^-/pixel·sec
Extinction Ratio [1]	1:2000	1:2000
Smear [2]	< 0.005%	< 0.6%
Anti Blooming [3]	max. 100	max. 1000
CCD Quality	grade 0	grade 0
Non-Linearity	< 1%	< 2%
Readout Frequency (Full Frame)	10 fps	13 fps
Binning Horizontal	1…8	1…8
Binning Vertical	1...16	1…128
Blemishes		
Point Defects [4]	0	0
Cluster Defects [5]	0	0
Column Defects [6]	0	0
Warm Pixels [7] typ.		
# pixels > 100 e^-	0	0
# pixels > 5 e^-	0 - 2	0 - 2
# pixels > 1 e^-	500 - 2000	500 - 2000
Non-Uniformity in darkness [8] typ.	1 count	2 counts
Non-Uniformity in brightness [9] typ.	0.6%	0.6%
# pixels > 12%	0	0
# pixels 8 ... 12%	0 - 2	0 - 2
# pixels 4 ... 8%	10 - 50	10 - 50
# pixels 2 ... 4%	n.a.	n.a.
Optical Input	C-Mount with adjustable focus length	
Dimension	Head: 93(W) x 78(H) x 210(L) mm	
Weight	1.6 kg	
Operating Temperature	0...40°C	
Storage Temperature	-20...+70°C	
Humidity	10...90% non condensing	
C-Mount Back Focal Length	17.92 mm	
Maximum lens screw-in depth	9.5mm (with optional filter glass: 6mm)	

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions“

High Speed Serial Link	
High Speed Serial Link	standard: coax cable ≤10m with BNC connectors optional: fiber optic link ≤2000m with SC connectors

PCI-Interface Board	
Board	PCI Local Bus compatible, revision 2.1
Buffer RAM	16 MByte
Trigger Input	TTL level (rising/falling edge); BNC connector

Delay / Exposure Time	
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** LONG EXPOSURE	0 ... 1000s delay 1ms...1000s exposure
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** FAST SHUTTER	0 ... 1ms delay 100ns...1ms multiple exposure (free programmable)
Delay / Exposure Time Setting **sensicam** DOUBLE SHUTTER	0 ... 1ms delay 100ns...1ms multiple exposure (free programmable) two separate exposures with min. 200ns delay
Delay / Exposure Time Setting **sensicam qe** STANDARD	0 ... 1000s delay 500ns...1000s exposure
Delay / Exposure Time Setting **sensicam qe** DOUBLE SHUTTER	0 ... 1000s delay 500ns...1000s exposure two separate exposures with min. 500ns delay
Delay / Exposure Time Setting **sensicam em**	0 ... 3600s delay 75µs...3600s exposure

Power Supply	
Power Supply	Desktop AC/DC 90...260V/ 36W IEC connector

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions“

Definitions and Measurement Conditions

1) Extinction ratio
It is the ratio of "electronic shutter off" V_{off} to "electronic shutter on" V_{on}. It is measured with an exposure time set to 100ns and a pulsed laser diode (20ns) illumination. During exposure window (100ns) light is attenuated by a factor of 1:1000 grey filter, while out of the exposure window filter is removed.

Thus: $$E = \frac{V_{off}}{V_{on}} \cdot \frac{1}{1000}$$

2) Smear
The CCD is set to 40ms exposure time with an uniform illumination to achieve 50% of saturation (V50). Then the electronic shutter is closed (readout clock is stopped, charge drain is performed by the electronic shutter) and the illumination is set to 500 times over exposure. After 40ms the CCD is read out.
The measured output signal (V_{Sm}) is substituted in the following formula:

$$Sm = \frac{V_{Sm}}{V50} \cdot \frac{1}{500} \cdot 100\%$$

3) Anti Blooming
The factor of over exposure allowed to avoid blooming in the neighbouring pixels.

4) Point Defect
Measured under Conditions A:
A point defect is a pixel whose signal deviates by more than 3 counts from the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).
Measured under Conditions B:
A point defect is a pixel whose signal deviates by more than 12 % from the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

5) Cluster Defect
Measured under Conditions A.
Is a group of 2 ... 6 contiguous defective pixels.

6) Column Defect, Row Defect
Measured under Conditions A.
Is a group of more than 6 contiguous defective pixels along a single column or row.

7) Warm Pixel / Dark Charge
Measured under Conditions C.
A pixel is considered a warm pixel, if it has an increased dark charge generation.
No test for FastShutter version.

8) Non-Uniformity in darkness, compared to neighbouring pixels
Measured under Conditions A.
Non-uniformity of a single pixel is the deviation in counts, compared to the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

9) Non-Uniformity in brightness, compared to neighbouring pixels
Measured under Conditions A or B.
Non-uniformity of a single pixel is the deviation in %, compared to the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

typical deviation $$d_{typ.} = \sum_{1}^{n} |d_x|$$

with n = 307,200 for VGA (640 x 480 pixels)
with n = 1,310,720 for SVGA (1280 x 1024 pixels)

$$d_x = p_x - \sum_{1}^{48} \frac{p_n}{48}$$

d_x = deviation of the tested pixel
P_x = pixel to test
P_n = 48 neighbouring pixels (7x7 array)

Conditions for measurement

For all conditions the operating temperature is -15°C for VGA and -12°C for SVGA

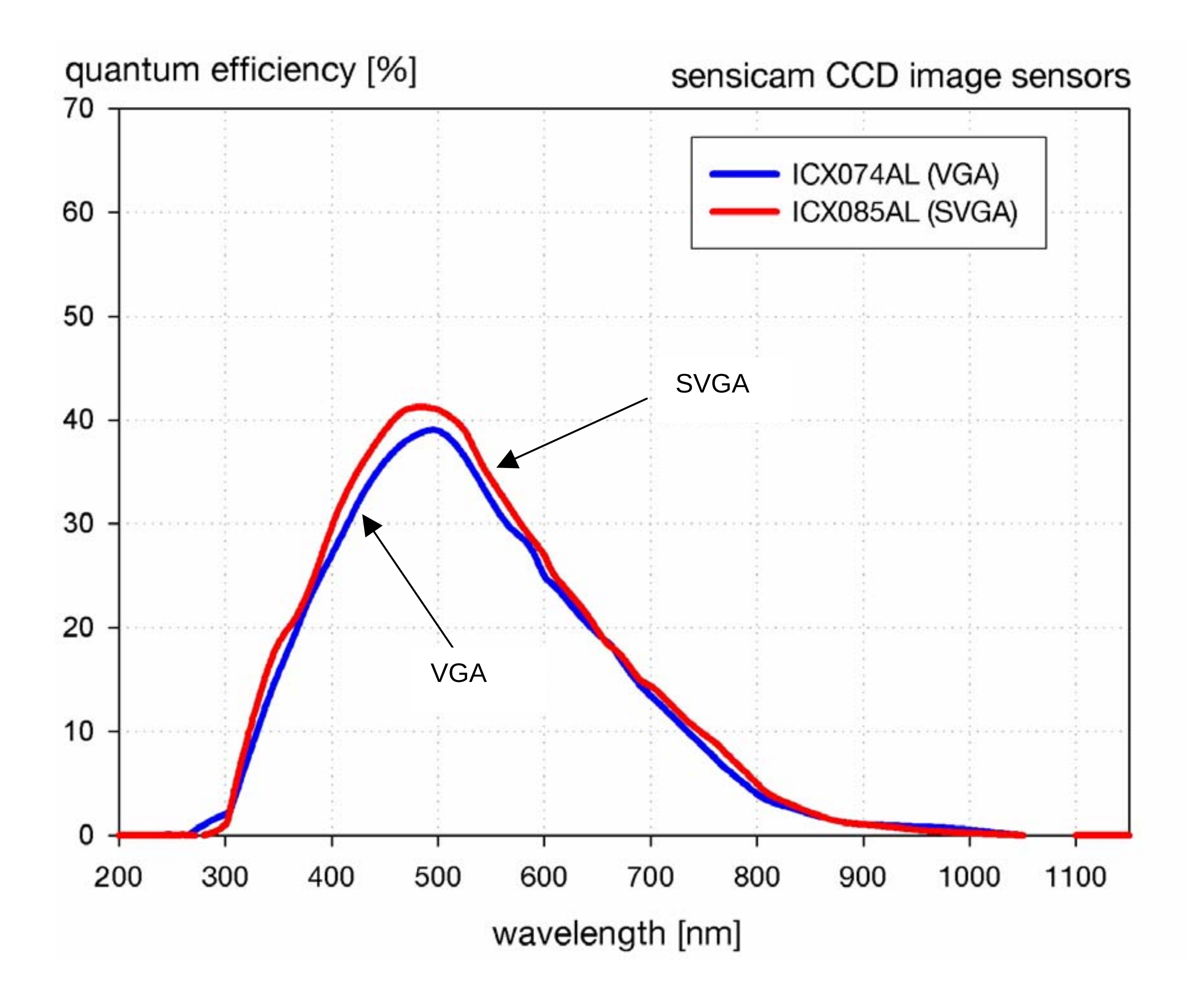
A : exposure time 40ms
Binning H1, V1
256 images averaged
dark field conditions

B : exposure time 40ms
Binning H1, V1
256 images averaged
uniform illumination to yield 75% saturation (about 3,000 counts)

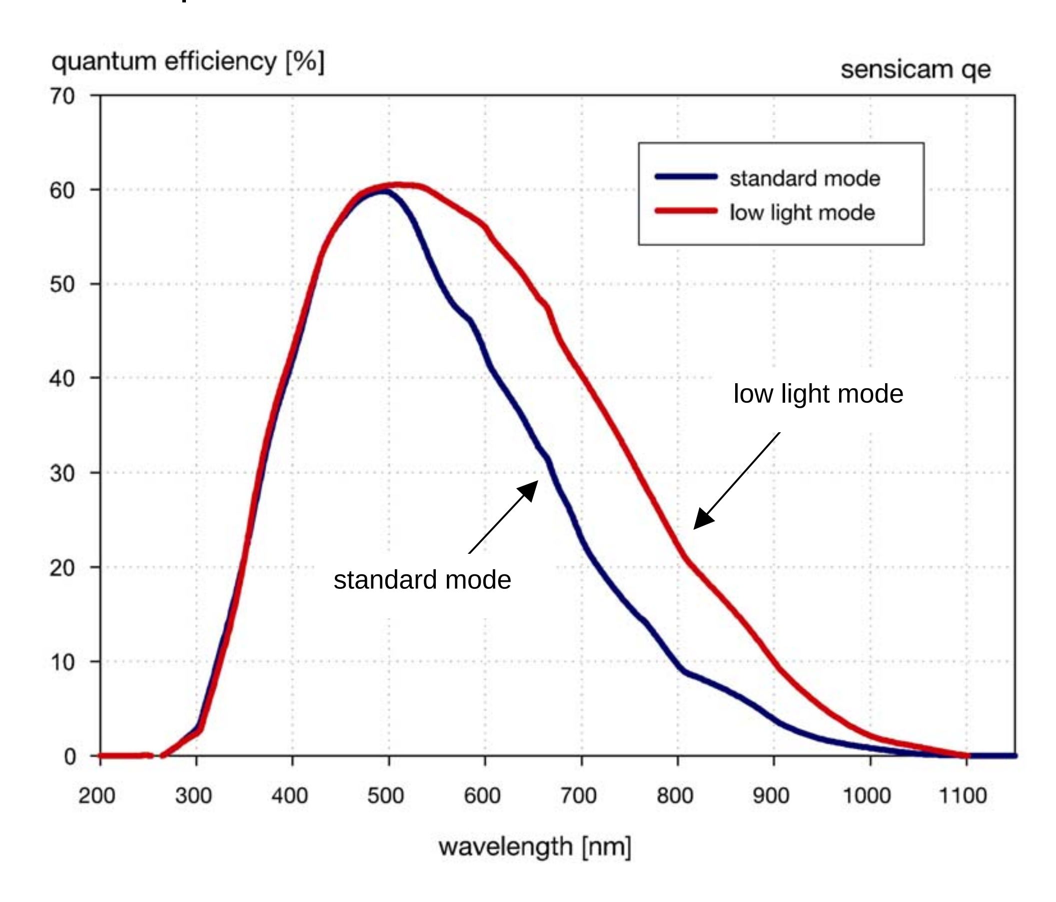
C : exposure time 200 s
Binning H1, V1
16 images averaged
dark field conditions

Spektrale Empfindlichkeiten
(Typische Werte)

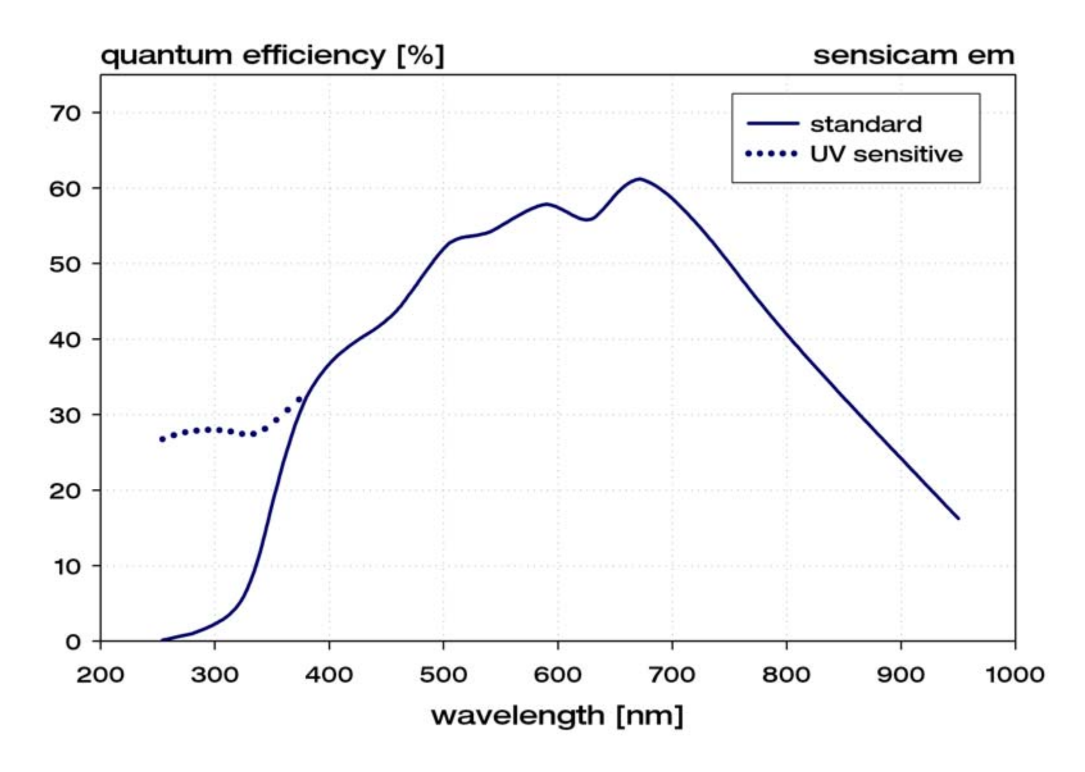
sensicam LongExposure
sensicam FastShutter
sensicam DoubleShutter



sensicam qe



sensicam em



Sehr geehrter Kunde,

wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit dieser Kamera.

Sollten Sie Verbesserungen oder Anregungen zu unseren Systemen haben, so lassen Sie uns das wissen.

Wir stehen Ihnen selbstverständlich auch nach dem Kauf der Kamera jederzeit zur Verfügung.

Ihr PCO Team



PCO AG
Donaupark 11
D-93309 Kelheim
fon: +49 (0)9441 2005 0
fax: +49 (0)9441 2005 20
eMail: info@pco.de
www.pco.de